

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局



(43) 国際公開日  
2002 年 1 月 31 日 (31.01.2002)

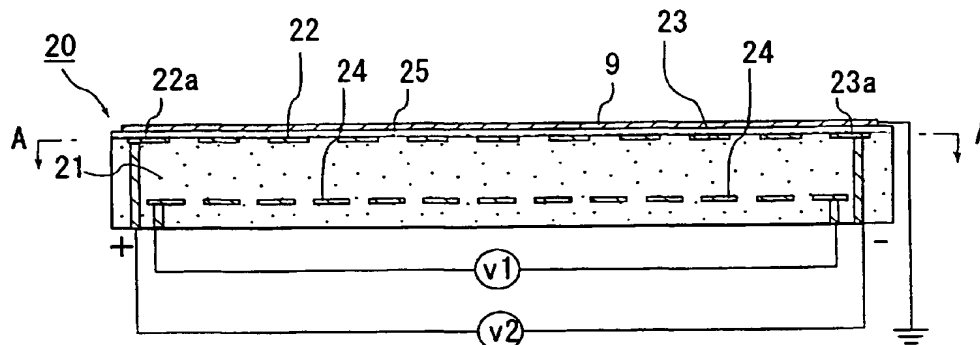
PCT

(10) 国際公開番号  
WO 02/09171 A1

- (51) 国際特許分類<sup>7</sup>: H01L 21/68, C04B 35/10, H05B 3/10, 3/20  
Yasutaka) [JP/JP]. 平松靖二 (HIRAMATSU, Yasuji) [JP/JP]; 〒501-0695 岐阜県揖斐郡揖斐川町北方1-1 イビデン株式会社内 Gifu (JP).
- (21) 国際出願番号: PCT/JP01/06395
- (22) 国際出願日: 2001 年 7 月 25 日 (25.07.2001)
- (74) 代理人: 安富康男 (YASUTOMI, Yasuo); 〒532-0011 大阪府大阪市淀川区西中島5丁目4番20号 中央ビル Osaka (JP).
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (81) 指定国 (国内): CN, JP, KR, US.
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (84) 指定国 (広域): ヨーロッパ特許 (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR).
- (30) 優先権データ: 特願2000-223767 2000 年 7 月 25 日 (25.07.2000) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): イビデン株式会社 (IBIDEN CO., LTD.) [JP/JP]; 〒503-0917 岐阜県大垣市神田町2丁目1番地 Gifu (JP).
- 添付公開書類:  
— 国際調査報告書
- (72) 発明者; および  
2 文字コード及び他の略語については、定期発行される各 PCT ガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 伊藤康隆 (ITO,

(54) Title: CERAMIC SUBSTRATE FOR SEMICONDUCTOR MANUFACTURE/INSPECTION APPARATUS, CERAMIC HEATER, ELECTROSTATIC CLAMPLESS HOLDER, AND SUBSTRATE FOR WAFER PROBER

(54) 発明の名称: 半導体製造・検査装置用セラミック基板、セラミックヒータ、静電チャックおよびウエハプローバ用基板



(57) Abstract: A ceramic substrate for semiconductor manufacture/inspection apparatus which radiates little a radiation, has a heat conductivity hardly varying with time, and is excellent in temperature controllability is characterized in that the a radiation emitted from the ceramic substrate is over 0.25 c/cm<sup>2</sup> · hr and below 50 c/cm<sup>2</sup> · hr.

[続葉有]

WO 02/09171 A1



---

(57) 要約:

本発明は、放射される $\alpha$ 線量が少なく、熱伝導率の経時変化も少なく、温度制御性に優れる半導体製造・検査装置用セラミック基板を提供することを目的とするものであり、本発明の半導体ウエハの製造・検査用装置に用いられるセラミック基板は、上記セラミック基板から放射される $\alpha$ 線量が、 $0.25 \text{ c/cm}^2 \cdot \text{hr}$ を超え、 $50 \text{ c/cm}^2 \cdot \text{hr}$ 以下であることを特徴とするものである。

## 明細書

半導体製造・検査装置用セラミック基板、セラミックヒータ、静電チャックおよびウエハプローバ用基板

## 5 技術分野

本発明は、主に半導体産業において使用される半導体製造・検査装置用セラミック基板、セラミックヒータ、静電チャックおよびウエハプローバ用基板に関し、  
特には、電氣的な誤動作や静電チャック力の低下を防止することができ、半導体  
10 ウエハの格子欠陥の発生を抑制することができるセラミックヒータおよび静電チャックに関する。

## 背景技術

半導体製品は、半導体ウエハ上に感光性樹脂をエッチングレジストとして形成し、半導体ウエハのエッチングを行う工程等を経て製造される。

15 この感光性樹脂は液状であり、スピンコーターなどを用いて半導体ウエハ表面に塗布されるのであるが、塗布後に溶剤等を飛散させるため乾燥させなければならず、塗布した半導体ウエハをヒータ上に載置して加熱することになる。

従来、このような用途に使用される金属製のヒータとしては、アルミニウム板の裏面に発熱体を配置したものが採用されている。

20 ところが、このような金属製のヒータは、以下のような問題があった。

まず、金属製であるため、ヒータ板の厚みは、15mm程度と厚くしなければならない。なぜなら、薄い金属板では、加熱に起因する熱膨張により、反り、歪み等が発生してしまい、金属板上に載置した半導体ウエハが破損したり傾いたりしてしまうからである。しかしながら、ヒータ板の厚みを厚くすると、ヒータの  
25 重量が重くなり、また、かさばってしまうという問題があった。

また、発熱体に印加する電圧や電流量を変えることにより、加熱温度を制御するのであるが、金属板が厚いために、電圧や電流量の変化に対してヒータ板の温度が迅速に追従せず、温度制御しにくいという問題もあった。

そこで、特開平9-306642号公報、特開平4-324276号公報等に

記載されているように、基板として、熱伝導率が高く、強度も大きい非酸化物セラミックであるA1Nを使用し、このA1N基板中に発熱体が形成されたセラミックヒータが提案されている。

また、例えば、特許2798570号公報には、A1N基板中に発熱体が形成  
5 されるとともに、半導体ウエハをヒータ上に保持するため、さらに、A1N基板中に静電電極が埋設された静電チャックが開示されている。

### 発明の要約

ところが、このようなA1N基板中に発熱体等が形成されたヒータや静電チャ  
10 ックを使用すると、アルミニウム板を用いたヒータを使用した場合と比べ、時間が経過するとともに、正確な温度制御ができなくなるという不可解な現象が見られた。

当初は、制御装置自体の故障かとも思われたが、セラミックにヒータなどを接触させてセラミックを加熱した場合でも、温度制御ができなかった。

15 本発明者は、このような従来技術の問題について鋭意検討した結果、これらの原因が意外にも、セラミック基板から放出される $\alpha$ 線に起因していること、および、この $\alpha$ 線を一定値以下にすることにより、時間が経過しても正確な温度制御が可能になることを見だし、本発明を完成するに至った。

すなわち、本発明の半導体製造・検査装置用セラミック基板は、  
20 加熱、冷却などの温度調整下で使用され、半導体ウエハの製造・検査用装置に用いられるセラミック基板であって、

上記セラミック基板から放射される $\alpha$ 線量が、 $0.25 \text{ c/cm}^2 \cdot \text{hr}$ を超え、 $50 \text{ c/cm}^2 \cdot \text{hr}$ 以下であることを特徴とする。

また、本発明のこのセラミック基板を使用したセラミックヒータは、セラミ  
25 ック基板の表面または内部に発熱体を設けてなる、半導体ウエハを加熱するためのセラミックヒータであって、

上記セラミック基板から放射される $\alpha$ 線量が、 $0.25 \text{ c/cm}^2 \cdot \text{hr}$ を超え、 $50 \text{ c/cm}^2 \cdot \text{hr}$ 以下であることを特徴とする。

また、本発明の静電チャックは、セラミック基板の内部に電極（静電電極）が

埋設されてなる静電チャックであって、

上記セラミック基板から放射される $\alpha$ 線量が、 $0.25 \text{ c/cm}^2 \cdot \text{hr}$ を超え、 $50 \text{ c/cm}^2 \cdot \text{hr}$ 以下であることを特徴とする。

さらに、本発明のウエハプロバ用基板は、セラミック基板の表面に導体層が  
5 形成されてなるウエハプロバ用基板であって、

上記セラミック基板の表面（導体層形成面）から放射される $\alpha$ 線量が、 $0.25 \text{ c/cm}^2 \cdot \text{hr}$ を超え、 $50 \text{ c/cm}^2 \cdot \text{hr}$ 以下であることを特徴とする。

#### 図面の簡単な説明

10 図1は、本発明のセラミックヒータの一例を模式的に示す平面図である。

図2は、図1に示したセラミックヒータの一部を模式的に示す部分拡大断面図である。

図3（a）は、本発明の静電チャックを模式的に示す縦断面図であり、（b）は、その静電電極層部分を模式的に示した水平断面図である。

15 図4（a）～（d）は、本発明のウエハプロバ用基板の製造工程を模式的に示す断面図である。

図5（e）～（g）は、本発明のウエハプロバ用基板の製造工程を模式的に示す断面図である。

20 図6は、昇温したセラミックヒータに、常温のシリコンウエハを載置した際のヒータ板の温度変化と時間との関係を示すグラフである。

#### 符号の説明

- 2 チャップトップ導体層
- 3、21 セラミック基板
- 25 5 ガード電極
- 6 グランド電極
- 7 溝
- 8 空気吸引孔
- 10 セラミックヒータ

- 1 1 ヒータ板
- 1 1 a 加熱面
- 1 1 b 底面
- 1 2、2 4、4 1 抵抗発熱体
- 5 1 3 外部端子
- 1 4 有底孔
- 1 5 貫通孔
- 1 6 リフターピン
- 1 7 袋孔
- 10 1 8 スルーホール
- 1 9 半導体ウエハ
- 2 0 静電チャック
- 2 2 チャック正極静電層
- 2 3 チャック負極静電層
- 15 2 5 セラミック誘電体膜
- 3 6、3 7 スルーホール
- 3 8 袋孔
- 3 9、3 9 0、3 9 1 外部端子
- 1 0 1 ウエハプロバ用基板
- 20 4 1 0 金属被覆層

#### 発明の詳細な開示

上述のように本発明者らは鋭意研究した結果、従来技術の問題の原因が意外にも、セラミック基板から放出される $\alpha$ 線に起因していることを発見したのである。

25 即ち、セラミック基板の内部には、不純物としてウランやトリウムといった放射性元素が p p b レベルで存在している。

従って、このような、ウランやトリウムから $\alpha$ 線が発生し、この $\alpha$ 線がセラミック内部を透過する際に、A l NやS i Cなどの共有結合を切断してしてしまうため、熱伝導率が時間とともに減少するのではないかと考えた。

すなわち、セラミック基板の熱伝導率が時間により変化するため、当初の温度制御データでは、整合できなくなり、正確な温度制御ができなくなると推定される。

本発明のセラミック基板をセラミックヒータに使用した場合には、 $\alpha$ 線量が5  
5  $0 \text{ c} / \text{cm}^2 \cdot \text{hr}$ を超えると、発生した $\alpha$ 線がSiCやAlNの共有結合を切断するため、時間を経るにつれ、熱伝導率が低下してしまうと考えられる。熱伝導率が低下すると、昇温や降温の応答性が低下し、正確な温度制御ができない。

これは、静電チャックの場合やウエハプローバ用基板の場合においても同じであり、加熱や冷却を伴う場合には、熱伝導率が変わってしまい、正確な温度制御  
10 ができないのである。

本発明の加熱、冷却などの温度調整下で使用され、半導体ウエハの製造・検査用装置に用いられるセラミック基板は、半導体ウエハ表面（半導体ウエハ載置面、加熱面、導体層形成面）から放射される $\alpha$ 線量が、 $0.25 \text{ c} / \text{cm}^2 \cdot \text{hr}$ を超え、 $50 \text{ c} / \text{cm}^2 \cdot \text{hr}$ 以下、望ましくは、 $0.25 \text{ c} / \text{cm}^2 \cdot \text{hr}$ を超え  
15  $5 \text{ c} / \text{cm}^2 \cdot \text{hr}$ 以下であることを特徴とする。

$\alpha$ 線量をこのような範囲にすることで熱伝導率の経時変化を抑制することができる。また、直径200mm以上の大きなセラミック基板（円板状）の場合には、 $\alpha$ 線が透過される確率が高くなるため、 $5 \text{ c} / \text{cm}^2 \cdot \text{hr}$ 以下とすることが最も望ましい。また、 $5 \text{ c} / \text{cm}^2 \cdot \text{hr}$ 以下であれば、 $100^\circ\text{C}$ 以上の温度領域  
20 で、熱伝導率の変化をほぼ0にすることができる。

さらに、 $1 \text{ c} / \text{cm}^2 \cdot \text{hr}$ 以下であれば、常温であっても、ほぼ10年で1%以下の変化率になるため、実用上全く問題がない。

$\alpha$ 線量は、 $0.25 \text{ c} / \text{cm}^2 \cdot \text{hr}$ 以上がよい。 $0.25 \text{ c} / \text{cm}^2 \cdot \text{hr}$ 以下に調整するためには、高純度化せねばならず、必要以上のコストがかかるからである。従って、 $\alpha$ 線量が、 $50 \text{ c} / \text{cm}^2 \cdot \text{hr}$ 以下であれば、 $0.25 \text{ c} / \text{cm}^2 \cdot \text{hr}$ を超えていてもよい。  
25

ところで、本発明では、 $\alpha$ 線量を低減させることにより、熱伝導率の変化を防止するのであるが、熱伝導率の変化と $\alpha$ 線量の因果関係という誰も予想しなかった関連を新規に知見したものであり、解決手段自体が単純な手法であるからとい



ってそのこと自体により本発明の進歩性が阻却されることはないことを付記しておく。

また、窒化アルミニウムの $\alpha$ 線量については、「ニューセラミックス」Vol. 11、No. 9 1998 「ALNセラミックスの最近の進歩と応用」に記載  
5 が見られるが、半導体製造装置として使用することは記載も示唆もされていないため、そのこと自体で本発明の新規性、進歩性が阻却されることはない。

本発明では、セラミック基板の厚さは、0.5～50mmが好ましい。0.5mmより薄いと、強度が低下するため破損しやすくなり、一方、50mmより厚  
10 くなると、熱が伝搬しにくくなり、加熱の効率が悪くなる。また、50mmより薄く熱容量が小さいものほど、昇温や降温の応答性に優れ、逆にいえば、熱伝導率の変化に敏感になりやすい。そのため、本発明が好適である。

また、気孔は存在しないことが望ましいが、もし存在するとすれば、気孔率は、5%以下、最大気孔径は、50 $\mu$ m以下が好ましい。気孔中に空気が存在するため、これを超える範囲では、 $\alpha$ 線が気孔を通過するとプラズマが発生し、10  
15 0℃以上、特に高温（200～1000℃）での耐絶縁性を低下させるからである。

また、本発明では、セラミック基板の使用温度帯域は、室温より高いか、低ければよく、25℃を超え、800℃以下、-100℃～25℃未満、特に0℃以下で  
20 使用することができる。

なお、本発明のセラミック基板は、主に半導体産業において、半導体等を製造したり、製造した半導体等の検査を行う装置に使用されるセラミック基板であり、  
その用途としては、セラミックヒータ（ホットプレート）、静電チャック、ウエハプローバ、サセプタ等が挙げられる。

上記セラミック基板は、温度調節機構を有してなることが望ましい。加熱等を行  
25 い、半導体ウエハの温度を変化させて種々の処理を行う必要があるからである。温度調節機構を設ける方法としては、発熱体をセラミック基板に埋設するか、セラミック基板表面に設ける方法が挙げられるほか、発熱体をセラミック基板の表面に接触させる方法も挙げられる。また、ペルチェ素子をセラミック基板に埋設したり、セラミック基板の表面に取り付ける方法でもよい。さらに、加熱や冷却



用の媒体を流通させる管や流路をセラミック基板内に設ける方法や、該媒体をセラミック基板の表面に接触させる方法をとってもよい。

以下、本発明を各用途毎に説明する。

本発明のセラミックヒータは、セラミック基板の表面または内部に発熱体を設けてなる、半導体ウエハを加熱するためのセラミックヒータであって、

上記セラミック基板の加熱面から放射される $\alpha$ 線量が $0.25 \text{ c/cm}^2 \cdot \text{hr}$ を超え、 $50 \text{ c/cm}^2 \cdot \text{hr}$ 以下であることを特徴とする。

本発明のセラミックヒータによれば、半導体ウエハ加熱面から放射される $\alpha$ 線量が、 $50 \text{ c/cm}^2 \cdot \text{hr}$ 以下であるので、 $\alpha$ 線による損傷でセラミックを構成する化合物の共有結合を切断することがなく、このため、熱伝導率の経時変化がない。その結果、正確な温度制御を常に実現することができる

なお、 $\alpha$ 線の放射量は、0が理想的であるが、 $0.25 \text{ c/cm}^2 \cdot \text{hr}$ 以下にすることが、制御性、パーティクルの除去、検査エラー防止、静電チャック力の確保の観点から最適である。しかしながら、放射線核種を取り除くための処理コストが高くなる。従って、各種性能とコストのどちらを優先するかで $\alpha$ 線量を調整する。

$\alpha$ 線量が $0.25 \text{ c/cm}^2 \cdot \text{hr}$ を超えるような場合、熱電対等の測温素子を金属や絶縁性の管状体にシリカ、アルミナ、マグネシア等の粉末と一緒に封止して、シース型熱電対とすることで、 $\alpha$ 線による測定エラーを低減することができる。また、導電性のろう材等で固定してもよい。

さらに、ウエハプローバに使用する場合は、測定を2回以上実施して、 $\alpha$ 線によるエラーを排除することができる。なお、 $\alpha$ 線により生じるエラーは確率的に一回であり、2回以上測定して連続して不良判定が出なければ、良品として判断できる。

また、 $\alpha$ 線が半導体ウエハを透過する際に生じる電荷は、イオン性の気体を吹き付けることで低減でき、パーティクルの発生を抑制できる。イオン性の気体は、例えば、カーボン電極間で放電を行い、この電極間に空気を送り込んで空気中の窒素や酸素をイオン化し、これをウエハやセラミックヒータに吹き付けるのであるが、放電設備を伴う大掛かりな装置を必要とするため、製造コストが高くなる。

従って、セラミックヒータに要求される性能、コストと設備のコストとを比較して、セラミック自体の $\alpha$ 線量を低減するか、設備で対処するかを決定する。

$\alpha$ 線の発生要因は、窒化物や炭化物の原料となるアルミナやシリカ中の放射性核種UやThである。そこで、原料アルミナやシリカからUやThを除去した後、

5 還元窒化法などで窒化物セラミックスを合成する。

UやThの除去方法は、例えば「粉体粉末冶金協会講演概要集 p 114 Spring 1980年」に記載されているように、平均粒子径 $2 \sim 3 \mu\text{m}$ の多孔質 $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$ の粒子にチタニウムイソプロポキシドのアルコール溶液を含浸させて、アルコキシドを加水分解し、これをU用の吸着剤として原料溶液中に

10 分散させるのである。

例えば、ボーキサイトから得られたアルミン酸ソーダ水溶液中に分散させ、塩基性条件下でUを吸着させ、吸着剤を分離した後、アルミン酸ソーダを水酸化アルミニウムにして沈澱させ、乾燥、焼成してアルミナとするのである。

なお、文献中ではUにのみ着目しているが、発明者はThについても同様の効果

15 果が得られることを確認している。

このようにして得られたアルミナ等を還元窒化法で窒化する。還元窒化法とは、 $\text{SiO}_2$ や $\text{Al}_2\text{O}_3$ をカーボンブラック等の炭素により還元しつつ、窒素ガスと反応させる方法である。

なお、特開平9-48668号公報では、直接窒化法や間接窒化法で製造した

20 半導体製造装置用の窒化アルミニウム焼結体を開示するが、原料アルミナについては言及しておらず、またボーキサイトからUやThが混入するので単に直接窒化法で製造してもUやTh量を減らすことはできない。

本発明のセラミックヒータは、半導体ウエハを加熱するために用いられるセラミックヒータであり、セラミック基板の表面または内部に発熱体が設けられてい

25 る。

図1は、本発明のセラミックヒータの一例を模式的に示す平面図であり、図2はその一部を示す部分拡大断面図である。

セラミック基板（以下、ヒータ板ともいう）11は、円板状に形成されており、抵抗発熱体12は、ヒータ板11のウエハ加熱面（上面）の全体の温度が均一に

なるように加熱する必要があるため、ヒータ板 11 の内部に同心円状のパターンに形成されている。また、これら抵抗発熱体 12 は、互いに近い二重の同心円同士が 1 組として、1 本の線になるように接続され、その両端に入出力の端子となる外部端子 13 が接続されている。また、中央に近い部分には、半導体ウエハ 19 を支持するリフターピン 16 を挿入するための貫通孔 15 が形成され、さらに、測温素子を挿入するための有底孔 14 が形成されている。

なお、図 1～2 に示したセラミックヒータ 10 において、抵抗発熱体 12 はヒータ板 11 の内部に設けられているが、抵抗発熱体 12 は、ヒータ板 11 の底面に設けられていてもよい。

以下、本発明のセラミックヒータを構成する部材等について詳細に説明する。

本発明のセラミックヒータ 10 では、ヒータを構成するセラミック基板（ヒータ板）の材料は特に限定されないが、以下に説明するように、窒化物セラミックが好ましい。これは、熱膨張係数が金属より小さく、機械的特性に優れ、薄くしても、加熱により反ったり、歪んだりしないため、ヒータ板 11 を薄くて軽いものとすることができるからである。

また、ヒータ板 11 の熱伝導率が高く、またヒータ板自体が 2.5 mm 以下と薄いため、ヒータ板 11 の表面温度が、抵抗発熱体の温度変化に迅速に追従する。即ち、電圧、電流量を変えて抵抗発熱体の温度を変化させることにより、ヒータ板 11 の表面温度を良好に制御することができるのである。

上記セラミックとしては、例えば、窒化物セラミック、酸化物セラミック、炭化物セラミックが挙げられるが、特に窒化物セラミックが最適である。

窒化物セラミックは、熱伝導率が高く、昇温、降温特性に優れているため、半導体ウエハを載置あるいは半導体ウエハを、その表面に近接させて保持するヒータ板に使用される。

窒化物セラミックとしては、例えば、窒化アルミニウム、窒化ケイ素、窒化ホウ素、窒化チタン等が挙げられる。これらは、単独で用いてもよく、2 種以上を併用してもよい。

これらのなかでは、窒化アルミニウムが最も好ましい。熱伝導率が  $180 \text{ W/m} \cdot \text{K}$  と最も高いからである。

また、酸化物セラミックとしては、例えば、シリカ、アルミナ、コージェーライト、ジルコニア等が挙げられ、炭化物セラミックとしては、例えば、炭化珪素、炭化チタン、炭化タングステン、炭化硼素等が挙げられる。

ヒータ板 1 1 の表面または内部に形成される抵抗発熱体 1 2 は、少なくとも 2  
5 以上の回路に分割されていることが望ましい。回路を分割することにより、各回路に投入する電力を制御して発熱量を変えることができ、半導体ウエハの加熱面の温度を調整することができるからである。

抵抗発熱体 1 2 のパターンとしては、例えば、同心円、渦巻き、偏心円、屈曲線などが挙げられるが、ヒータ板全体の温度を均一にすることができる点から、  
10 図 1 に示したような同心円状のものが好ましい。

抵抗発熱体 1 2 をヒータ板 1 1 の表面に形成する場合には、金属粒子を含む導電ペーストをヒータ板 1 1 の表面に塗布して所定パターンの導体ペースト層を形成した後、これを焼き付け、ヒータ板 1 1 の表面で金属粒子を焼結させる方法が好ましい。なお、金属の焼結は、金属粒子同士および金属粒子とセラミックとが  
15 融着していれば充分である。

ヒータ板 1 1 の表面に抵抗発熱体を形成する場合には、抵抗発熱体の厚さは、 $1 \sim 30 \mu\text{m}$  が好ましく、 $1 \sim 10 \mu\text{m}$  がより好ましい。また、ヒータ板 1 1 の内部に抵抗発熱体を形成する場合には、その厚さは、 $1 \sim 50 \mu\text{m}$  が好ましい。

また、ヒータ板 1 1 の表面に抵抗発熱体を形成する場合には、抵抗発熱体の幅  
20 は、 $0.1 \sim 20 \text{mm}$  が好ましく、 $0.1 \sim 5 \text{mm}$  がより好ましい。また、ヒータ板 1 1 の内部に抵抗発熱体を形成する場合には、抵抗発熱体の幅は、 $5 \sim 20 \mu\text{m}$  が好ましい。

抵抗発熱体 1 2 は、その幅や厚さにより抵抗値に変化を持たせることができるが、上記した範囲が最も実用的である。抵抗値は、薄く、また、細くなる程大きくなり、抵抗発熱体 1 2 は、ヒータ板 1 1 の内部に形成した場合の方が、厚み、幅とも大きくなる。しかし、抵抗発熱体 1 2 を内部に設けると、加熱面と抵抗発熱体 1 2 との距離が短くなり、表面の温度の均一性が低下するため、抵抗発熱体自体の幅を広げる必要があること、内部に抵抗発熱体 1 2 を設けるために、窒化物セラミック等との密着性を考慮する必要性がないため、タングステン、モリブ  
25

デンなどの高融点金属やタングステン、モリブデンなどの炭化物を使用することができ、抵抗値を高くすることが可能となるため、断線等を防止する目的で厚み自体を厚くしてもよい。そのため、抵抗発熱体 1 2 は、上記した厚みや幅とすることが望ましい。

- 5 抵抗発熱体 1 2 は、断面形状が矩形であっても楕円であってもよいが、偏平であることが望ましい。偏平の方がウエハ加熱面に向かって放熱しやすいため、加熱面の温度分布ができにくいからである。

断面のアスペクト比（抵抗発熱体の幅／抵抗発熱体の厚さ）は、10～5000 であることが望ましい。

- 10 この範囲に調整することにより、抵抗発熱体 1 2 の抵抗値を大きくすることができるとともに、加熱面の温度の均一性を確保することができるからである。

- 抵抗発熱体 1 2 の厚さを一定とした場合、アスペクト比が上記範囲より小さいと、ヒータ板 1 1 のウエハ加熱方向への熱の伝搬量が小さくなり、抵抗発熱体 1 2 のパターンに近似した熱分布が加熱面に発生してしまい、逆にアスペクト比が  
15 大きすぎると抵抗発熱体 1 2 の中央の直上部分が高温となってしまう、結局、抵抗発熱体 1 2 のパターンに近似した熱分布が加熱面に発生してしまう。従って、温度分布を考慮すると、断面のアスペクト比は、10～5000 であることが好ましいのである。

- 抵抗発熱体 1 2 をヒータ板 1 1 の表面に形成する場合は、アスペクト比を 10  
20 ～200、抵抗発熱体 1 2 をヒータ板 1 1 の内部に形成する場合は、アスペクト比を 200～5000 とすることが望ましい。

- 抵抗発熱体 1 2 は、ヒータ板 1 1 の内部に形成した場合の方が、アスペクト比が大きくなるが、これは、抵抗発熱体 1 2 を内部に設けると、加熱面と抵抗発熱体 1 2 との距離が短くなり、表面の温度均一性が低下するため、抵抗発熱体 1 2  
25 自体を偏平にする必要があるからである。

抵抗発熱体 1 2 をヒータ板 1 1 の内部に偏芯して形成する場合の位置は、ヒータ板 1 1 の加熱面に対向する面（底面）に近い位置で、加熱面から底面までの距離に対して 50%を超え、99%までの位置とすることが望ましい。

50%以下であると、加熱面に近すぎるため、温度分布が発生してしまい、逆

に、99%を超えると、ヒータ板11自体に反りが発生して、半導体ウエハが破損するからである。

また、抵抗発熱体12をヒータ板11の内部に形成する場合には、発熱体形成層を複数層設けてもよい。この場合は、各層のパターンは、相互に補完するようにどこかの層に抵抗発熱体12が形成され、ウエハ加熱面の上方から見ると、どの領域にもパターンが形成されている状態が望ましい。このような構造としては、例えば、互いに千鳥の配置になっている構造が挙げられる。

なお、抵抗発熱体12をヒータ板11の内部に設け、かつ、その抵抗発熱体12を一部露出させてもよい。

- 10 導体ペーストとしては特に限定されないが、導電性を確保するための金属粒子または導電性セラミックが含有されているほか、樹脂、溶剤、増粘剤などを含むものが好ましい。

上記金属粒子としては、例えば、貴金属（金、銀、白金、パラジウム）、鉛、タングステン、モリブデン、ニッケルなどが好ましい。これらは、単独で用いてもよく、2種以上を併用してもよい。これらの金属は、比較的酸化しにくく、発熱するに十分な抵抗値を有するからである。

上記導電性セラミックとしては、例えば、タングステン、モリブデンの炭化物などが挙げられる。これらは、単独で用いてもよく、2種以上を併用してもよい。

- 20 これら金属粒子または導電性セラミック粒子の粒径は、0.1～100  $\mu\text{m}$ が好ましい。0.1  $\mu\text{m}$ 未満と微細すぎると、酸化されやすく、一方、100  $\mu\text{m}$ を超えると、焼結しにくくなり、抵抗値が大きくなるからである。

上記金属粒子の形状は、球状であっても、リン片状であってもよい。これらの金属粒子を用いる場合、上記球状物と上記リン片状物との混合物であってもよい。

- 25 上記金属粒子がリン片状物、または、球状物とリン片状物との混合物の場合は、金属粒子間の金属酸化物を保持しやすくなり、抵抗発熱体12と窒化物セラミック等との密着性を確実にし、かつ、抵抗値を大きくすることができるため有利である。

導体ペーストに使用される樹脂としては、例えば、エポキシ樹脂、フェノール樹脂などが挙げられる。また、溶剤としては、例えば、イソプロピルアルコール

などが挙げられる。増粘剤としては、セルロースなどが挙げられる。

導体ペーストには、上記したように、金属粒子に金属酸化物を添加し、抵抗発熱体 1 2 を金属粒子および金属酸化物を焼結させたものとするのが望ましい。

このように、金属酸化物を金属粒子とともに焼結させることにより、ヒータ板で  
5 ある窒化物セラミックと金属粒子とを密着させることができる。

金属酸化物を混合することにより、窒化物セラミックと密着性が改善される理由は明確ではないが、金属粒子表面や窒化物セラミックの表面は、わずかに酸化されて酸化膜が形成されており、この酸化膜同士が金属酸化物を介して焼結して一体化し、金属粒子と窒化物セラミックとが密着するのではないかと考えられる。

10 上記金属酸化物としては、例えば、酸化鉛、酸化亜鉛、シリカ、酸化ホウ素 ( $B_2O_3$ )、アルミナ、イットリアおよびチタニアからなる群から選ばれる少なくとも 1 種が好ましい。

これらの酸化物は、抵抗発熱体 1 2 の抵抗値を大きくすることなく、金属粒子と窒化物セラミックとの密着性を改善することができるからである。

15 上記酸化鉛、酸化亜鉛、シリカ、酸化ホウ素 ( $B_2O_3$ )、アルミナ、イットリア、チタニアの割合は、金属酸化物の全量を 100 重量部とした場合、重量比で、酸化鉛が 1～10、シリカが 1～30、酸化ホウ素が 5～50、酸化亜鉛が 20～70、アルミナが 1～10、イットリアが 1～50、チタニアが 1～50 であって、その合計が 100 重量部を超えない範囲で調整されていることが望ましい。  
20

これらの範囲で、これらの酸化物の量を調整することにより、特に窒化物セラミックとの密着性を改善することができる。

上記金属酸化物の金属粒子に対する添加量は、0.1 重量%以上 10 重量%未満が好ましい。また、このような構成の導体ペーストを使用して抵抗発熱体 1 2  
25 を形成した際の面積抵抗率は、 $1\text{ m}\Omega/\square \sim 10\Omega/\square$  が好ましい。

抵抗発熱体 1 2 がヒータ板 1 1 の表面に形成される場合には、抵抗発熱体 1 2 の表面部分に、金属被覆層が形成されていることが望ましい。内部の金属焼結体が酸化されて抵抗値が変化するのを防止するためである。形成する金属被覆層の厚さは、0.1～10  $\mu\text{m}$  が好ましい。

金属被覆層を形成する際に使用される金属は、非酸化性の金属であれば特に限定されないが、具体的には、例えば、金、銀、パラジウム、白金、ニッケルなどが挙げられる。これらは、単独で用いてもよく、2種以上を併用してもよい。これらのなかでは、ニッケルが好ましい。

- 5 抵抗発熱体12には、電源と接続するための端子が必要であり、この端子は、半田を介して抵抗発熱体12に取り付けるが、ニッケルは、半田の熱拡散を防止するからである。接続端子としては、例えば、コパール製の外部端子13が挙げられる。

- 10 なお、抵抗発熱体12をヒータ板11の内部に形成する場合には、抵抗発熱体表面が酸化されることがないため、被覆は不要である。抵抗発熱体12をヒータ板11内部に形成する場合、抵抗発熱体の一部が表面に露出していてもよく、抵抗発熱体を接続するためのスルーホールが端子部分に設けられ、このスルーホールに外部端子が接続、固定されていてもよい。

- 15 外部端子を接続する場合、半田としては、銀-鉛、鉛-スズ、ビスマス-スズなどの合金を使用することができる。なお、半田層の厚さは、0.1~50  $\mu\text{m}$  が好ましい。半田による接続を確保するのに十分な範囲だからである。

また、図2に示したように、ヒータ板11に貫通孔15を設けてその貫通孔15にリフターピン（図示せず）を挿入し、半導体ウエハを図示しない搬送機に渡したり、搬送機から半導体ウエハを受け取ったりすることができる。

- 20 本発明のセラミックヒータでは、半導体ウエハをヒータ板から5~5000  $\mu\text{m}$  離間させて加熱することができる。離間させることにより、ヒータ板表面の温度分布の影響を受けにくくすることができるからである。この場合には、ヒータ板に設けた支持ピンで、ヒータ板11からわずかに半導体ウエハを離間させた状態で支持し、半導体ウエハの加熱を行う。

- 25 次に、本発明のセラミックヒータの製造方法について説明する。

まず、ヒータ板11の底面に抵抗発熱体が形成されたセラミックヒータの製造方法について説明する。

#### (1) ヒータ板の作製工程

上述したようにウランやトリウムを減少させた窒化アルミニウムなどの窒化物



セラミックや炭化珪素などの炭化物セラミックの粉末に必要な応じてイットリアや $B_4C$ 等の焼結助剤やバインダ等を配合してスラリーを調製した後、このスラリーをスプレードライ等の方法で顆粒状にし、この顆粒を金型などに入れて加圧することにより板状などに成形し、生成形体（グリーン）を作製する。

- 5 セラミックヒータに静電チャック機能を持たせる場合には、静電チャック用の金属箔等を生成形体中に埋め込んでもよい。

次に、生成形体に、必要な応じて、半導体ウエハを支持するためのリフターピンを挿入する貫通孔となる部分や熱電対などの測温素子を埋め込むための有底孔となる部分を形成する。これらの加工は、焼結体製造後に行ってもよい。

- 10 次に、この生成形体を加熱、焼成して焼結させ、セラミック製の板状体を製造する。この後、所定の形状に加工することにより、ヒータ板 11 を作製するが、焼成後にそのまま使用することができる形状としてもよい。加圧しながら加熱、焼成を行うことにより、気孔のないヒータ板 11 を製造することが可能となる。加熱、焼成は、焼結温度以上であればよいが、窒化物セラミックでは、1000  
15 ～2500℃である。

## (2) ヒータ板に導体ペーストを印刷する工程

- 導体ペーストは、一般に、金属粒子、樹脂、溶剤からなる粘度の高い流動物である。この導体ペーストをスクリーン印刷などを用い、抵抗発熱体を設けようとする部分に印刷を行うことにより、導体ペースト層を形成する。抵抗発熱体は、  
20 ヒータ板全体を均一な温度にする必要があることから、図 1 に示すような同心円状からなるパターンに印刷することが望ましい。

導体ペースト層は、焼成後の抵抗発熱体 12 の断面が、方形で、扁平な形状となるように形成することが望ましい。

- 25 なお、炭化物セラミックは、導電性を有する場合があるので、表面に酸化物層などの絶縁層を形成し、その絶縁層上に導体ペーストを印刷する。

## (3) 導体ペースト層の焼成

ヒータ板 11 の底面に印刷した導体ペースト層を加熱焼成して、樹脂、溶剤を除去するとともに、金属粒子を焼結させ、ヒータ板 11 の底面に焼き付け、抵抗発熱体 12 を形成する。加熱焼成の温度は、500～1000℃が好ましい。

導体ペースト中に上述した金属酸化物を添加しておく、金属粒子、ヒータ板および金属酸化物が焼結して一体化するため、抵抗発熱体とヒータ板との密着性が向上する。

#### (4) 金属被覆層の形成

- 5 抵抗発熱体 1 2 表面には、金属被覆層を設けることが望ましい。抵抗発熱体 1 2 が酸化されることにより抵抗値が変化したり、劣化するのを防止するためである。金属被覆層は、電解めっき、無電解めっき、スパッタリング等により形成することができるが、量産性を考慮すると、無電解めっきが最適である。

#### (5) 端子等の取り付け

- 10 抵抗発熱体 1 2 のパターンの端部に電源との接続のための端子（外部端子 1 3）を半田等を介して取り付ける。また、有底孔 1 4 に銀ろう、金ろうなどで熱電対を固定し、ポリイミド等の耐熱樹脂で封止し、セラミックヒータの製造を終了する。

- 次に、ヒータ板 1 1 の内部に抵抗発熱体 1 2 が形成されたセラミックヒータ  
15 (図 1～2 参照) の製造方法について説明する。

#### (1) ヒータ板の作製工程

まず、上述したようにウランやトリウムを減少させた窒化物セラミックや炭化物セラミックの粉末をバインダ、溶剤等と混合してペーストを調製し、これを用いてグリーンシートを作製する。

- 20 上述した窒化物セラミック粉末としては、窒化アルミニウムなどを使用することができ、必要に応じて、イットリア等の焼結助剤を加えてもよい。

炭化物セラミック粉末としては、炭化珪素などを使用することができ、必要に応じて、C や  $B_4C$  などを添加できる。

- また、バインダとしては、アクリル系バインダ、エチルセルロース、ブチルセ  
25 ロソルブ、ポリビニラールから選ばれる少なくとも 1 種が望ましい。

さらに溶媒としては、 $\alpha$ -テルピオーネ、グリコールから選ばれる少なくとも 1 種が望ましい。

これらを混合して得られるペーストをドクターブレード法でシート状に成形してグリーンシートを作製する。

グリーンシートの厚さは、0.1～5 mmが好ましい。

次に、得られたグリーンシートに、必要に応じて、半導体ウエハを支持するためのリフターピンを挿入する貫通孔15となる部分、熱電対などの測温素子を埋め込むための有底孔となる部分、抵抗発熱体を外部の端ピンと接続するためのスルーホール18となる部分等を形成する。後述するグリーンシート積層体を形成した後に、上記加工を行ってもよく、焼結体を製造した後、上記加工を行ってもよい。

## (2) グリーンシート上に導体ペーストを印刷する工程

グリーンシート上に、金属ペーストまたは導電性セラミックを含む導体ペーストを印刷する。

このとき、抵抗発熱体を形成するための導体ペースト層を形成するのみでなく、静電チャックを形成するための導電ペースト層を設けてもよい。

これらの導電ペースト中には、金属粒子または導電性セラミック粒子が含まれている。

タングステン粒子またはモリブデン粒子の平均粒子径は、0.1～5  $\mu\text{m}$ が好ましい。平均粒子が0.1  $\mu\text{m}$ 未満であるか、5  $\mu\text{m}$ を超えると、導体ペーストを印刷しにくいからである。

このような導体ペーストとしては、例えば、金属粒子または導電性セラミック粒子85～87重量部；アクリル系、エチルセルロース、ブチルセロソルブ、ポリビニラールから選ばれる少なくとも1種のバインダ1.5～10重量部；および、 $\alpha$ -テルピオーネ、グリコールから選ばれる少なくとも1種の溶媒を1.5～10重量部を混合した組成物（ペースト）が挙げられる。

## (3) グリーンシートの積層工程

導体ペーストを印刷していないグリーンシートを、導体ペーストを印刷したグリーンシートの上下に積層する。

このとき、上側に積層するグリーンシートの数を下側に積層するグリーンシートの数よりも多くして、抵抗発熱体の形成位置を底面の方向に偏芯させる。

具体的には、上側のグリーンシートの積層数は20～50枚が、下側のグリーンシートの積層数は5～20枚が好ましい。

#### (4) グリーンシート積層体の焼成工程

グリーンシート積層体の加熱、加圧を行い、グリーンシートおよび内部の導体ペーストを焼結させる。

加熱温度は、 $1000 \sim 2000^{\circ}\text{C}$ が好ましく、加圧の圧力は、 $100 \sim 200 \text{ kg/cm}^2$ が好ましい。加熱は、不活性ガス雰囲気中で行う。不活性ガスとしては、例えば、アルゴン、窒素などを使用することができる。

なお、焼成を行った後に、測温素子を挿入するための有底孔を設けてもよい。有底孔は、表面研磨後に、サンドブラストなどをブラスト処理を行うことにより形成することができる。また、内部の抵抗発熱体と接続するためのスルーホールに端子を接続し、加熱してリフローする。加熱温度は、 $200 \sim 500^{\circ}\text{C}$ が好適である。

さらに、測温素子としての熱電対などを銀ろう、金ろうなどで取り付け、ポリイミドなどの耐熱性樹脂で封止し、セラミックヒータの製造を終了する。

次に、本発明の静電チャックについて説明する。

15 本発明の静電チャックは、窒化物セラミック基板の内部に静電電極が埋設されてなる静電チャックであって、

上記セラミック基板の半導体ウエハ加熱面から放射される $\alpha$ 線量が、 $0.25 \text{ c/cm}^2 \cdot \text{hr}$ を超え、 $50 \text{ c/cm}^2 \cdot \text{hr}$ 以下であることを特徴とする。

20 本発明の静電チャックを構成する窒化物セラミック基板の材料は、上記した本発明のセラミックヒータの場合と同様の材料が用いられており、同様の方法でセラミック基板を製造する。従って、半導体ウエハ載置面から放射される $\alpha$ 線量は、 $0.25 \text{ c/cm}^2 \cdot \text{hr}$ を超え、 $50 \text{ c/cm}^2 \cdot \text{hr}$ 以下であり、 $\alpha$ 線による熱伝導率の経時低下が抑制され、温度制御が正確になるため、高温でのジョンソンラーベリック効果による吸着力の経時変化を防止することができる。

25 また、 $-100 \sim 0^{\circ}\text{C}$ の低温でも熱伝導率の変動を抑制することができるため、温度分布の均一性や昇温、高温の応答性に優れ、チャック力の経時変化を防止することができる。

図3(a)は、静電チャックの縦断面図であり、(b)は、本発明の静電チャックに埋設されている静電電極の一例を模式的に示す水平断面図である。

セラミック基板 21 中に抵抗発熱体 24、チャック正極静電層 22、チャック負極静電層 23 が形成されており、この静電電極上には厚さ  $5 \sim 2000 \mu\text{m}$  のセラミック誘電体膜 25 が形成されている。

この静電チャックは、セラミックヒータの場合と同様に、通常、平面視円形状に形成されており、セラミック基板 21 の内部に図 3 に示した半円弧状部 22a と櫛歯部 22b とからなるチャック正極静電層 22 と、同じく半円弧状部 23a と櫛歯部 23b とからなるチャック負極静電層 23 とが、互いに櫛歯部 22a、23a を交差するように対向して配置されている。

この静電チャックを使用する場合には、チャック正極静電層 22 とチャック負極静電層 23 とにそれぞれ直流電源の + 側と - 側を接続し、直流電圧を印加する。これにより、この静電チャック上に載置された半導体ウエハが静電的に吸着されることになる。

この静電チャックには、上記セラミックヒータの場合と同様に、抵抗発熱体がセラミック基板 21 の内部または表面に形成されていてもよい。図 3 に示す静電チャック 20 では、セラミック基板 21 の内部に抵抗発熱体 24 が形成されている。

上記静電チャックを製造する際には、グリーンシートの表面にチャック正極静電層 22 とチャック負極静電層 23 の形状になるように導体ペーストを塗布するか、生成形体中にチャック正極静電層 22 とチャック負極静電層 23 の形状になるように金属箔を埋め込むほかは、セラミックヒータの製造方法とほぼ同様の方法を採用することができる。

ついで、ウエハプローバ用基板について説明する。

本発明のウエハプローバ用基板は、セラミック基板の表面に導体層が形成されてなるウエハプローバ用基板であって、

前記セラミック基板の表面から放射される  $\alpha$  線量が、 $0.25 \text{ c/cm}^2 \cdot \text{hr}$  を超え、 $50 \text{ c/cm}^2 \cdot \text{hr}$  以下であることを特徴とする。

このため、セラミック基板の熱伝導率の経時低下が抑制され、温度制御不良に起因して導通試験の誤判定が発生することを防止することができるのである。

本発明のウエハプローバ用基板では、セラミック基板の表面にチャックトップ



導体層 2 が形成されている（図 5（g）参照）。

チャックトップ導体層上に半導体ウエハを載置し、テストピンを持つプローブカードを押し当てて導通検査を行うのである。

チャックトップ導体層 2 上には貴金属層が形成されており、貴金属層は、半導体ウエハの裏面との電氣的導通を阻害することなく、チャックトップ導体層中の  
5 ホウ素やリン、セラミック中のイットリア、ナトリウムなどの拡散を防止できる。貴金属としては、金、銀、白金、パラジウムから選ばれる少なくとも 1 種以上が望ましい。

本発明では、剛性の高いセラミック基板を使用しているため、プローブカード  
10 のテストピンによりチャックトップが押されてもチャックトップが反ることがなく、チャックトップの厚さを金属に比べて小さくすることができる。

また、チャックトップの厚さを金属に比べて小さくすることができるため、熱伝導率が金属より低いセラミックであっても結果的に熱容量が小さくなり、昇温、降温特性を改善することができる。

15 上記チャックトップ導体層の厚さは、 $1 \sim 10 \mu\text{m}$  が望ましい。 $1 \mu\text{m}$  未満では抵抗値が高くなりすぎて電極としての作用を奏さず、 $10 \mu\text{m}$  を超えると導体の持つ応力によって剥離しやすくなってしまうからである。

チャックトップ導体層としては、銅、チタン、クロム、ニッケル、貴金属（金、銀、白金等）、タングステン、モリブデンなどの高融点金属から選ばれる少なく  
20 とも 1 種以上の金属を使用することができる。

チャックトップ導体層としては、ニッケルを含むことが望ましい。硬度が高く、テストピンの押圧に対しても変形等しにくいからである。

本発明のウエハプローバ用基板では、図 5（g）に示すように、ガード電極 5 とグラウンド電極 6 が埋設されていることが望ましい。

25 ガード電極 5 は、測定回路内に介在するストレイキャパシタをキャンセルするための電極であり、測定回路（即ちチャックトップ導体層）の接地電位が与えられている。また、グラウンド電極 6 は、温度制御手段からのノイズをキャンセルするために設けられている。

本発明のウエハプローバ用基板のチャックトップ導体層形成面には溝 2 と空気

吸引孔 8 が形成されていることが望ましい。ウエハを載置して吸引孔から空気を吸引してウエハを吸着させることができるからである。

発明を実施するための最良の形態

5 以下、本発明をさらに詳細に説明する。

(合成例) 窒化アルミニウム合成例

(1) 平均粒子径  $3\ \mu\text{m}$  の多孔質の  $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$  に、0.5 重量% の塩酸を含む 10 重量% のチタニウムイソプロポキシドのエチルアルコール水溶液を含浸させ、 $25^\circ\text{C}$  で 24 時間放置して加水分解させて U、Th 吸着剤を得た。

10 (2) ボーキサイト粉末 1000 重量部を 10% 水酸化ナトリウム水溶液とテフロン容器に入れ、これをオートクレーブ中で  $190^\circ\text{C}$ 、5 時間処理して赤泥とろ別し、アルミン酸ソーダ水溶液を得た。

(3) このアルミン酸ソーダ水溶液を 1 N 塩酸で  $\text{pH} = 12$  に調整し、吸着剤を分散させて  $50^\circ\text{C}$  で 0.5 時間振動放置させた。

15 (4) 吸着剤をろ過分離し、ろ過液を塩酸で  $\text{pH} = 8.5$  に調整し、水酸化アルミニウムの沈澱を析出沈澱させて、蒸留水で洗浄して  $80^\circ\text{C}$  で 5 時間乾燥させた。さらに空気中で  $1000^\circ\text{C}$  にて焼成させてアルミナとした。

(5) 上記 (4) のアルミナ 1000 重量部と 353 重量部のグラファイトを混合させて窒素気流中、 $1950^\circ\text{C}$  で 5 時間反応させ、その後未反応の C を 35  
20  $0^\circ\text{C}$  で酸化除去して窒化アルミニウムとした。

(6) この窒化アルミニウムをボールミルで碎いて風力分級機で分級し、平均粒子径  $1.1\ \mu\text{m}$  とした。

この粉末の U および Th の含有量は、それぞれ、650 ppb および 30 ppb であった。なお、測定は ICP-MS 法による。

25 (実施例 1) 抵抗発熱体を表面に有するセラミックヒータの製造

(1) 前述の平均粒径  $1.1\ \mu\text{m}$  の窒化アルミニウム粉末 100 重量部、イットリア (平均粒径:  $0.4\ \mu\text{m}$ ) 4 重量部、アクリルバインダ 12 重量部およびアルコールからなる組成物のスプレードライを行い、顆粒状の粉末を作製した。

(2) 次に、この顆粒状の粉末を金型に入れ、平板状に成形して生成形体 (グリ

ーン)を得た。

(3) 加工処理の終わった生成形体を $1800^{\circ}\text{C}$ 、圧力： $200\text{ kg/cm}^2$ でホットプレスし、厚さが $3\text{ mm}$ の窒化アルミニウム板状体を得た。

次に、この板状体から直径 $210\text{ mm}$ の円板状体を切り出し、セラミック製の  
5 板状体（ヒータ板）とした。この後、ヒータ板にドリル加工を施し、半導体ウエハのリフターピンを挿入する貫通孔、熱電対を埋め込むための有底孔（直径： $1.1\text{ mm}$ 、深さ： $2\text{ mm}$ ）を形成した。

(4) 上記(3)で得たヒータ板に、スクリーン印刷にて導体ペーストを印刷した。印刷パターンは、図1に示したような同心円状のパターンとした。

10 導体ペーストとしては、プリント配線板のスルーホール形成に使用されている徳力化学研究所製のソルベストPS603Dを使用した。

この導体ペーストは、銀-鉛ペーストであり、銀 $100$ 重量部に対して、酸化鉛（ $5$ 重量%）、酸化亜鉛（ $55$ 重量%）、シリカ（ $10$ 重量%）、酸化ホウ素（ $25$ 重量%）およびアルミナ（ $5$ 重量%）からなる金属酸化物を $7.5$ 重量部  
15 含むものであった。また、銀粒子は、平均粒径が $4.5\text{ }\mu\text{m}$ で、リン片状のものであった。

(5) 次に、導体ペーストを印刷したヒータ板を $780^{\circ}\text{C}$ で加熱、焼成して、導体ペースト中の銀、鉛を焼結させるとともにヒータ板11に焼き付け、抵抗発熱体12を形成した。銀-鉛の抵抗発熱体は、厚さが $5\text{ }\mu\text{m}$ 、幅 $2.4\text{ mm}$ 、面積  
20 抵抗率が $7.7\text{ m}\Omega/\square$ であった。

(6) 硫酸ニッケル $80\text{ g/l}$ 、次亜リン酸ナトリウム $24\text{ g/l}$ 、酢酸ナトリウム $12\text{ g/l}$ 、ほう酸 $8\text{ g/l}$ 、塩化アンモニウム $6\text{ g/l}$ の濃度の水溶液からなる無電解ニッケルめっき浴に上記(5)で作製したヒータ板11を浸漬し、銀-鉛の抵抗発熱体12の表面に厚さ $1\text{ }\mu\text{m}$ の金属被覆層（ニッケル層）を析出  
25 させた。

(7) 電源との接続を確保するための端子を取り付ける部分に、スクリーン印刷により、銀-鉛半田ペースト（田中貴金属社製）を印刷して半田層を形成した。

ついで、半田層の上にコバール製の外部端子を載置して、 $420^{\circ}\text{C}$ で加熱リフローし、外部端子を抵抗発熱体の表面に取り付けた。



(8) 温度制御のための熱電対をAu : 81.7% - Ni : 18.3%の金ろうで接続(1030℃で加熱して融着)し、セラミックヒータを得た。

(実施例2)

(1) SiC粉末(平均粒径: 0.3 μm 屋久島電工社製 ダイヤシックス  
5 スーパーファイン GC-15)を合成例と同様にして、U、Thの除去処理を行  
ったもの100重量部、焼結助剤のB<sub>4</sub>Cを0.5重量部、アクリル系バイン  
ダ12重量部およびアルコールからなる組成物のスプレードライを行い、顆粒状  
の粉末を製造した。このSiC粉末は、U、Thの含有量が少なく、Uで800  
ppb、Thで50ppb程度である。これは、本来ディーゼルエンジンの粒子  
10 を補集するセラミックフィルターに使用されているものである。

(2) 次に、この顆粒状の粉末を金型に入れ、平板状に成形して生成形体(グリーン)を得た。

(3) 加工処理の終わった生成形体を2100℃、圧力: 180 kg/cm<sup>2</sup>でホットプレスし、厚さが3mmのSiC製の板状体を得た。

15 次に、この板状体の表面から直径210mmの円板体を切り出し、ヒータ板とした。

次に、このヒータ板に、ガラスペースト(昭栄化学工業社製 G-5232N)を塗布し、1000℃で1時間焼成してSiC製のヒータ板の表面に、厚さ2 μmのSiO<sub>2</sub>の膜を形成した。

20 次に、このヒータ板にドリル加工を施し、シリコンウエハの支持ピンを挿入する貫通孔、および、熱電対を埋め込むための有底孔(直径: 1.1mm、深さ: 2mm)を形成した。

(4) 上記(3)で得たヒータ板に、スクリーン印刷にて導体ペーストを印刷した。印刷パターンは、図1に示したような同心円状のパターンとした。

25 このパターンは、9個のパターンに分割されており、外側から数えて1~3本目、4~6本目、および、7~9本目をそれぞれ1つの制御区画とし、温度制御を行う。

導体ペーストとしては、リン片状銀(昭栄化学工業社製 Ag-540)90重量部、針状結晶の白金(昭栄化学工業製 Pt-401)10重量部、シリカ

7. 5重量部、酸化硼素 1.5重量部、酸化亜鉛 6重量部および有機ビヒクルとして酢酸セルロース 30重量部からなるものであった。

(5) 次に、導体ペーストを印刷したヒータ板を 780℃で加熱、焼成して、導体ペースト中の銀、白金を焼結させるとともにヒータ板に焼き付け、抵抗発熱体を形成した。抵抗発熱体は、厚さが 5  $\mu\text{m}$ 、幅 10 mm、面積抵抗率が 0.13  $\Omega/\square$  であった。

(6) 硫酸ニッケル 80 g/l、次亜リン酸ナトリウム 24 g/l、酢酸ナトリウム 12 g/l、ほう酸 8 g/l、塩化アンモニウム 6 g/l の濃度の水溶液からなる無電解ニッケルめっき浴に上記 (5) で作製したヒータ板を浸漬し、銀-鉛の抵抗発熱体 12 の表面に厚さ 1  $\mu\text{m}$  の金属被覆層（ニッケル層）を析出させた。

(7) 電源との接続を確保するための端子を取り付ける部分に、スクリーン印刷により、銀-鉛半田ペースト（田中貴金属製）を印刷して半田層を形成した。

ついで、半田層の上にコバール製の外部端子を載置して、420℃で加熱リフローし、外部端子を抵抗発熱体の表面に取り付けた。

(8) 温度制御のためのシース型熱電対を有底孔にはめ込み、セラミック接着剤（東亜合成製 アロンセラミック）を埋め込んで固定しセラミックヒータを得た。

なお、シース型熱電対は、K型熱電対を 50 wt% MgO、50 wt% SiO<sub>2</sub> とともに、ステンレス管の中に接触しないように入れて、封印したものを使用した。

### （実施例 3）

(1) アルミナ粉末（平均粒径：0.5  $\mu\text{m}$  ユニオンカーバイド製 純度 99.99%）を合成例と同様にして、U、Th の除去処理を行ったもの 100 重量部、アクリル系バインダ 12 重量部およびアルコールからなる組成物のスプレードライを行い、顆粒状の粉末を作製した。このアルミナは、U、Th の含有量が U で 1.25 ppm、Th で 0.1 ppm 程度である。

これは本来 IC 基板の原料に使用されている。

(2) 次に、この顆粒状の粉末を金型に入れ、平板状に成形して生成形体（グリーン）を得た。

(3) 加工処理の終わった生成形体を $1600^{\circ}\text{C}$ 、圧力： $180\text{ kg/cm}^2$  でホットプレスし、厚さが $3\text{ mm}$ のアルミナ製の板状板を得た。

次に、この板状体の表面から直径 $210\text{ mm}$ の円板状体を切り出し、ヒータ板とした。

- 5      この成形体にドリル加工を施し、シリコンウエハの支持ピンを挿入する貫通孔となる部分、熱電対を埋め込むための有底孔14となる部分（直径： $1.1\text{ mm}$ 、深さ： $2\text{ mm}$ ）を形成した。

(4) 上記(3) で得たヒータ板に、スクリーン印刷にて導体ペーストを印刷した。印刷パターンは、図1に示したような同心円状のパターンとした。

- 10      このパターンは、9個のパターンに分割されており、外側から数えて1～3本目、4～6本目、および、7～9本目をそれぞれ1つの制御区画とし、温度制御を行う。

導体ペーストとしては、以下の組成を使用した。リン片状銀（昭栄化学工業製  $\text{Ag}-540$ ）90重量部、針状結晶の白金（昭栄化学工業製  $\text{Pt}-401$ ）10重量部、シリカ7.5重量部、酸化硼素1.5重量部、酸化亜鉛6重量部、有機ビヒクルとして酢酸セルロース30重量部からなるものであった。

- 15      (5) 次に、導体ペーストを印刷したヒータ板を $780^{\circ}\text{C}$ で加熱、焼成して、導体ペースト中の銀、白金を焼結させるとともにヒータ板に焼き付け、抵抗発熱体を形成した。抵抗発熱体は、厚さが $5\text{ }\mu\text{m}$ 、幅 $10\text{ mm}$ 、面積抵抗率が $0.13\text{ }\Omega/\square$ であった。

(6) 硫酸ニッケル $80\text{ g/l}$ 、次亜リン酸ナトリウム $24\text{ g/l}$ 、酢酸ナトリウム $12\text{ g/l}$ 、ほう酸 $8\text{ g/l}$ 、塩化アンモニウム $6\text{ g/l}$ の濃度の水溶液からなる無電解ニッケルめっき浴に上記(5) で作製したヒータ板を浸漬し、銀-鉛の抵抗発熱体の表面に厚さ $1\text{ }\mu\text{m}$ の金属被覆層（ニッケル層）を析出させた。

- 25      (7) 電源との接続を確保するための端子を取り付ける部分に、スクリーン印刷により、銀-鉛半田ペースト（田中貴金属製）を印刷して半田層を形成した。

ついで、半田層の上にコバール製の外部端子を載置して、 $420^{\circ}\text{C}$ で加熱リフローし、外部端子を抵抗発熱体の表面に取り付けた。

(8) 温度制御のためのシース型熱電対を有底孔にはめ込み、セラミック接着剤

(東亜合成社製 アロンセラミック) を埋め込んで固定しセラミックヒータを得た。

(実施例 4)

実施例 2 と基本的に同じであるが、SiC 製のヒータ板を製造せず、SiO<sub>2</sub> (電気化学工業社製 クォーツライト) を使用した。なお、SiO<sub>2</sub> は合成例の場合と同様に U、Th の除去処理を行った。この U、Th の含有量が U で 2.5 ppm、Th で 0.2 ppm 程度である。これは本来バッファプレートに使用されている材料である。この SiO<sub>2</sub> 粉末を 1600°C、200 kg/cm<sup>2</sup> でホットプレスして、SiO<sub>2</sub> 基板とした。

10 (実施例 5) 抵抗発熱体および静電チャック用静電電極を内部に有するセラミックヒータの製造

(1) 実施例 1 の窒化アルミニウム粉末 100 重量部、イットリア (平均粒径: 0.4 μm) 4 重量部、アクリルバイнда 11.5 重量部、分散剤 0.5 重量部および 1-ブタノールとエタノールとからなるアルコール 53 重量部を混合した  
15 ペーストを用い、ドクターブレード法による成形を行って、厚さ 0.47 mm のグリーンシートを得た。

(2) 次に、このグリーンシートを 80°C で 5 時間乾燥させた後、パンチングにより直径 1.8 mm、3.0 mm、5.0 mm の半導体ウエハ支持ピンを挿入する貫通孔 15 となる部分、外部端子と接続するためのスルーホール 18 となる部分  
20 分を設けた。

(3) 平均粒子径 1 μm のタングステンカーバイド粒子 100 重量部、アクリル系バイнда 3.0 重量部、α-テルピオーネ溶媒 3.5 重量部および分散剤 0.3 重量部を混合して導体ペースト A を調製した。

平均粒子径 3 μm のタングステン粒子 100 重量部、アクリル系バイнда 1.9 重量部、α-テルピオーネ溶媒 3.7 重量部および分散剤 0.2 重量部を混合  
25 して導体ペースト B を調製した。

この導体ペースト A をグリーンシートにスクリーン印刷で印刷し、導体ペースト層を形成した。印刷パターンは、図 1 に示したような同心円状パターンとした。また、他のグリーンシートに図 3 に示した形状の静電電極パターンからなる導体

ペースト層を形成した。

さらに、外部端子を接続するためのスルーホール用の貫通孔に導体ペーストBを充填した。

上記処理にて導体ペーストを同心円パターンを印刷したグリーンシートに、さらに、導体ペーストを印刷しないグリーンシートを上側（加熱面）に34枚、下側に13枚積層した後、さらにその上に、上記処理にて同心円パターンを印刷したグリーンシートを積層し、また、さらにその上に導体ペーストを印刷していないグリーンシート50を2枚積層し、130℃、80kg/cm<sup>2</sup>の圧力で積層した。

- 10 (4) 次に、得られた積層体を窒素ガス中、600℃で5時間脱脂し、1890℃、圧力150kg/cm<sup>2</sup>で3時間ホットプレスし、厚さ3mmの窒化アルミニウム板状体を得た。これを230mmの円板状に切り出し、内部に厚さ6μm、幅10mmの抵抗発熱体および静電電極を有するセラミック基板とした。

- 15 (5) 次に、(4) で得られたセラミック基板を、ダイヤモンド砥石で研磨した後、マスクを載置し、SiC等によるブラスト処理で表面に熱電対のための有底孔（直径：1.2mm、深さ：2.0mm）を設けた。

(6) さらに、スルーホール用の貫通孔の一部をえぐり取って凹部とし、この凹部にNi-Auからなる金ろうを用い、700℃で加熱リフローしてコバール製の外部端子を接続させた。

- 20 なお、外部端子の接続は、タングステンの支持体が3点で支持する構造が望ましい。接続信頼性を確保することができるからである。

(7) 次に、温度制御のための複数のシース型熱電対を有底孔に埋め込み、静電チャック付きセラミックヒータの製造を完了した。

（実施例6） ウエハプロローバ用基板の製造（図4、5参照）

- 25 (1) 実施例1の窒化アルミニウム粉末（平均粒径1.1μm）100重量部、イットリア（平均粒径：0.4μm）4重量部、アクリルバイダー11.5重量部、分散剤0.5重量部および1-ブタノールおよびエタノールからなるアルコール53重量%を混合した組成物を、ドクターブレード法で形成し、厚さ0.47mmのグリーンシートを得た。



(2) グリーンシートを80℃で5時間乾燥させた後、パンチングにて抵抗発熱体と外部端子と接続するためのスルーホール用の貫通孔を設けた。

(3) 平均粒子径1  $\mu\text{m}$ のタングステンカーバイド粒子100重量部、アクリル系バインダ3.0重量部、 $\alpha$ -テルピオーネ溶媒を3.5重量、分散剤0.3重量部を混合して導体ペーストAとした。

また、平均粒子径3  $\mu\text{m}$ のタングステン粒子100重量部、アクリル系バインダ1.9重量部、 $\alpha$ -テルピオーネ溶媒を3.7重量、分散剤0.2重量部を混合して導体ペーストBとした。

この導体ペーストAをグリーンシート30にスクリーン印刷でガード電極用印刷体50、グラウンド電極用印刷体60を格子状に印刷して電極パターンを描いて印刷した。

また、外部端子と接続するためのスルーホール用の貫通孔に導体ペーストBを充填し、充填層160とした。

さらに、印刷されたグリーンシート30および印刷がされていないグリーンシート30を50枚積層して130℃、80 kg/cm<sup>2</sup>の圧力で一体化し、積層体を形成した(図4(a)参照)。

(4) この積層体を窒素ガス中で600℃で5時間脱脂し、1890℃、圧力150 kg/cm<sup>2</sup>で3時間ホットプレスし、厚さ3mmの窒化アルミニウム製の板状体を得た。この板状体を直径230mmの円板状に切り出してセラミック基板3とした(図4(b)参照)。スルーホール36、37の大きさは直径0.2mm、深さ0.2mmであった。また、ガード電極5、グラウンド電極6の厚さは10  $\mu\text{m}$ 、ガード電極5の形成位置は、溝形成面から1.2mm、グラウンド電極6の形成位置は、底面から1mmであった。

(5) (4)で得たセラミック基板3を、ダイヤモンド砥石で研磨した後、マスクを載置し、SiC等によるブラスト処理で表面に熱電対のための凹部(図示せず)およびウエハ吸着用の溝7(幅0.5mm、深さ0.5mm)を設けた(図4(c)参照)。

(6) さらに、溝7を形成した裏面に抵抗発熱体を印刷した。印刷は導電ペーストを用いた。導電ペーストは、プリント配線板のスルーホール形成に使用され

ている徳力化学研究所製のソルベストPS603Dを使用した。この導電ペーストは、銀／鉛ペーストであり、酸化鉛、酸化亜鉛、シリカ、酸化ホウ素、アルミナからなる金属酸化物（それぞれの重量比率は、5／55／10／25／5）を銀の量に対して7.5重量%含むものである。

5      また、銀の形状は平均粒径4.5  $\mu\text{m}$ でリン片状のものである。

（7）導電ペーストを印刷したセラミック基板3を780℃で加熱して、導電ペースト中の銀、鉛を焼結させるとともにセラミック基板3に焼き付け、抵抗発熱体41を形成した（図4（d）参照）。さらに硫酸ニッケル30 g／l、ほう酸30 g／l、塩化アンモニウム30 g／l、ロッシェル塩60 g／lの濃度の水溶液からなる無電解ニッケルめっき浴にセラミック基板3を浸漬して、銀の焼結体の表面に厚さ1  $\mu\text{m}$ 、ホウ素の含有量が1重量%以下のニッケル層からなる金属被覆層410を析出させた（図5（e）参照）。その後、さらに120℃で3時間アニーリングした。

銀の焼結体による抵抗発熱体410のパターンは、厚さが5  $\mu\text{m}$ 、幅2.4 m  
15      mであり、面積抵抗率が7.7  $\text{m}\Omega/\square$ であった。

（8）溝7が形成された面にスパッタリングにてチタン、モリブデン、ニッケル層を形成した。スパッタリングのための装置は、日本真空技術株式会社製のSV-4540を使用した。条件は気圧0.6 Pa、温度100℃、電力200Wで時間は、30秒から1分で、各金属によって調整した。

20      得られた膜は、蛍光X線分析計の画像からチタンは0.3  $\mu\text{m}$ 、モリブデンは2  $\mu\text{m}$ 、ニッケルは1  $\mu\text{m}$ であった。

（9）硫酸ニッケル30 g／l、ほう酸30 g／l、塩化アンモニウム30 g／l、ロッシェル塩60 g／lの濃度の水溶液からなる無電解ニッケルめっき浴に（8）で得られたセラミック基板3を浸漬して、溝7の表面に厚さ7  $\mu\text{m}$ 、ホウ素の含有量が1重量%以下のニッケルめっき層を析出させ、120℃で3時間  
25      アニーリングした。

さらに、表面にシアン化金カリウム2 g／l、塩化アンモニウム75 g／l、クエン酸ナトリウム50 g／l、次亜リン酸ナトリウム10 g／lからなる無電解金めっき液に93℃の条件で1分間浸漬して、ニッケルめっき層上に厚さ1  $\mu\text{m}$

の金めっき層を形成し、チャックトップ導体層 2 とした。

(10) 溝 7 から裏面に抜ける空気吸引孔 8 をドリル加工し、さらにスルーホールを露出させるための袋孔 38 を設けた (図 5 (f) 参照)。この袋孔 38 に Ni-Au 合金 (Au : 81.5%、Ni : 18.4%、不純物 0.1%) からなる金ろうを用い、970℃で加熱リフローしてコバール製の外部端子を接続させた。また、抵抗発熱体に半田 (スズ 9 / 鉛 1) を介してコバール製の外部端子 391 を形成した (図 5 (g) 参照)。

(11) 温度制御のための複数のシース型熱電対を凹部に埋め込み、ウエハプロローバヒータを得た。

10 (実施例 7)

吸着剤を分散させて 25℃で 0.5 時間振動放置させた以外は、合成例に従って、窒化アルミニウムを製造し、実施例 1 と同様にしてセラミックヒータを製造した。

(実施例 8)

15 吸着剤を分散させて 25℃で 1 時間振動放置させた以外は、合成例に従って、窒化アルミニウムを製造し、実施例 1 と同様にしてセラミックヒータを製造した。

(実施例 9)

吸着剤を分散させて 25℃で 5 時間振動放置させた以外は、合成例に従って、窒化アルミニウムを製造し、実施例 1 と同様にしてセラミックヒータを製造した。

20 (比較例 1)

実施例 1 と同様であるが、多孔質の  $\gamma$ -Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 処理を実施しなかった。

(比較例 2)

実施例 2 と同様であるが、U、Th の除去処理を実施しなかった。

(比較例 3)

25 実施例 3 と同様であるが、U、Th の除去処理を実施しなかった。

上記実施例 1 ~ 9 および比較例 1 ~ 3 で得られたセラミックヒータ、ウエハプロローバ用基板について、放射される  $\alpha$  線量を測定した。また、これらのセラミックヒータ、ウエハプロローバ用基板について、10000 時間経過後の熱伝導率の変化率を測定し表 1 に示した。



(1)  $\alpha$ 線量の測定条件

測定装置 低レベル $\alpha$ 線測定装置 ACS-4000M  
 印加電圧 1.9 kV  
 計数ガス PR-10ガス (Ar 90%、メタン10%)  
 5 試料面積 387 cm<sup>2</sup>  
 全計数時間 99時間  
 係数効率 80%  
 誤差範囲  $\pm 0.003 \text{ c} / \text{cm}^2 \cdot \text{hr}$

## (2) 熱伝導率の測定方法

## 10 a. 使用機器

リガクレーザーフラッシュ法熱定数測定装置

LF/TCM-FA8510B

## b. 試験条件

温度・・・常温、100℃、200℃、400℃、800℃

## 15 雰囲気・・・真空

## c. 測定方法

・比熱測定における温度検出は、試料裏面に銀ペーストで接着した熱電対（プラチネル）により行った。

・常温比熱測定はさらに試料上面に受光板（グラッシーカーボン）をシリコン  
 20 グリースを介して接着した状態で行い、試料の比熱（ $C_p$ ）は、下記の計算式  
 (1)により求めた。

$$C_p = \left\{ \frac{\Delta O}{\Delta T} - C_{p_{g.c}} \cdot W_{g.c} - C_{p_{s.g}} \cdot W_{s.g} \right\} \frac{1}{W} \quad \dots (1)$$

25 上記計算式(1)において、 $\Delta O$ は、入力エネルギー、 $\Delta T$ は、試料の温度上昇の飽和値、 $C_{p_{g.c}}$ は、グラッシーカーボンの比熱、 $W_{g.c}$ は、グラッシーカーボンの重量、 $C_{p_{s.g}}$ は、シリコングリースの比熱、 $W_{s.g}$ は、シリコングリースの重量、 $W$ は、試料の重量である。

ヒータの制御動作は、実施例5、6を含めて製造から10000時間経過後、

140℃に昇温して、25℃のシリコンウエハを載せ、加熱面の温度が140℃に戻るか否か（安定性）で判断した。

なお、安定性は、電源を有する制御部、記憶部、および、演算部を備えた温調器（オムロン社製 E5ZE）にて制御した。

- 5 また、セラミックヒータの有底孔の温度と時間との関係を測定し、結果を図6に示した。（A）は、実施例1に係るセラミックヒータの場合であり、（B）は、比較例1に係るセラミックヒータの場合である。

図に示すように、実施例1に係るセラミックヒータでは、70秒で140℃に回復したが、比較例1に係るセラミックヒータでは、140℃で安定しなかった。

10

表 1

	$\alpha$ 線量 ( $\text{c}/\text{cm}^2 \cdot \text{hr}$ )	熱伝導率の変化率(%)					安定性
		25℃	100℃	200℃	400℃	800℃	
実施例1	0.26	0	0	0	0	0	良
実施例2	0.35	0.1	0	0	0	0	良
実施例3	5.50	1	0.2	0	0	0	良
実施例4	18.00	2	1.5	1.0	1.0	0.1	良
実施例5	0.26	0	0	0	0	0	良
実施例6	0.26	0	0	0	0	0	良
実施例7	50	2	1.5	1.0	1.0	0.1	良
実施例8	5.0	0.6	0	0	0	0	良
実施例9	1.0	0.1	0	0	0	0	良
比較例1	52	20	15	10	5	0.5	不良
比較例2	55	20	15	10	5	0.5	不良
比較例3	53	20	15	10	5	0.5	不良

表からは、 $\alpha$ 線量が $50 \text{ c}/\text{cm}^2 \cdot \text{hr}$ を超えると、酸化物、窒化物、炭化物を問わず、熱伝導率変化が極端に大きくなることがわかる。これは、結合が解

- 15 離するエネルギーに閾値があるためと推定される。

また、 $\alpha$ 線量が、 $5 \text{ c}/\text{cm}^2 \cdot \text{hr}$ 以下では、100℃以上で熱伝導率の変

化が観察されない。さらに、 $\alpha$ 線量が、 $1 \text{ c} / \text{cm}^2 \cdot \text{hr}$ 以下では、常温でも熱伝導率の変化が0.1%で、10年経過後でも1%程度であることから、実用上使用に問題がないことが分かる。

5      なお、温度が高くなると、熱伝導率の変化率が小さくなるが、これは、熱伝導率は、セラミックの場合、高温ほど低下し、 $\alpha$ 線の影響で低下した熱伝導率は、高温では若干低下しにくくなっているためである。

高温でセラミックの熱伝導率変動する理由は、格子欠陥が動いて熱伝搬を阻害するためであると推定され、 $\alpha$ 線の影響で生じた結合の解裂が格子欠陥が動くことを抑制するのではないかと推定される。

10

#### 産業上利用の可能性

以上説明したように本発明のセラミックヒータ、静電チャック、ウエハプロセス用基板によれば、放射される $\alpha$ 線量が少なく、熱伝導率の経時変化も少なく、制御性にも優れる。

15

## 請求の範囲

1. 半導体ウエハの製造・検査用装置に用いられるセラミック基板であって、  
前記セラミック基板から放射される $\alpha$ 線量が、 $0.25 \text{ c/cm}^2 \cdot \text{hr}$ を超え、  
 $50 \text{ c/cm}^2 \cdot \text{hr}$ 以下であることを特徴とする半導体製造・検査装置用セラ  
ミック基板。

2. 前記セラミック基板は、温度調節機構を有してなる請求の範囲1に記載の  
半導体製造・検査装置用セラミック基板。

3. セラミック基板の表面または内部に発熱体を設けてなる、半導体ウエハを  
加熱するためのセラミックヒータであって、前記セラミック基板から放射される  
 $\alpha$ 線量が、 $0.25 \text{ c/cm}^2 \cdot \text{hr}$ を超え、 $50 \text{ c/cm}^2 \cdot \text{hr}$ 以下である  
ことを特徴とするセラミックヒータ。

4. セラミック基板の内部に電極が埋設されてなる静電チャックであって、前  
記セラミック基板から放射される $\alpha$ 線量が、 $0.25 \text{ c/cm}^2 \cdot \text{hr}$ を超え、  
 $50 \text{ c/cm}^2 \cdot \text{hr}$ 以下であることを特徴とする静電チャック。

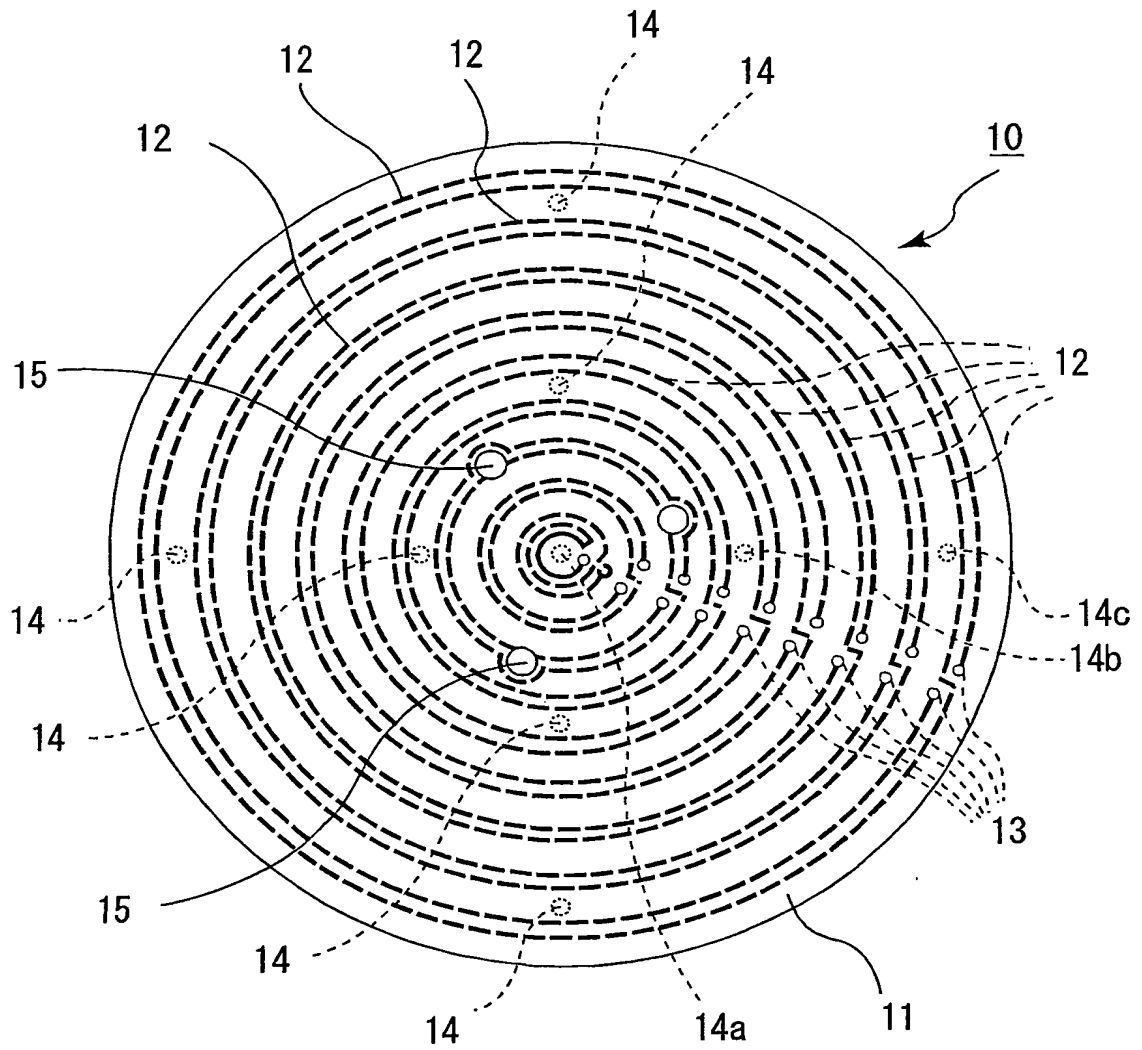
5. 前記セラミック基板は、温度調節機構を有してなる請求の範囲4に記載の  
静電チャック。

6. セラミック基板の表面に導体層が形成されてなるウエハプローバ用基板で  
あって、

前記セラミック基板の表面から放射される $\alpha$ 線量が、 $0.25 \text{ c/cm}^2 \cdot \text{hr}$   
を超え、 $50 \text{ c/cm}^2 \cdot \text{hr}$ 以下であることを特徴とするウエハプローバ用  
基板。

7. 前記セラミック基板は、温度調節機構を有してなる請求の範囲6に記載の  
ウエハプローバ用基板。

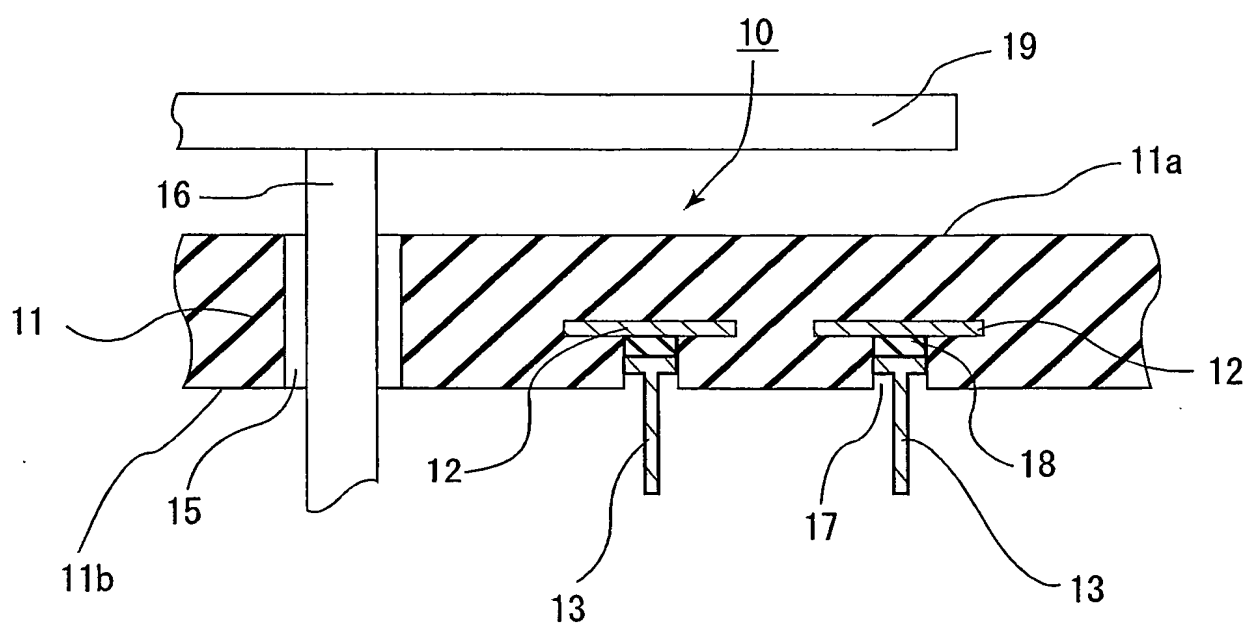
図1





2/6

図2





•

•

•

•



図3

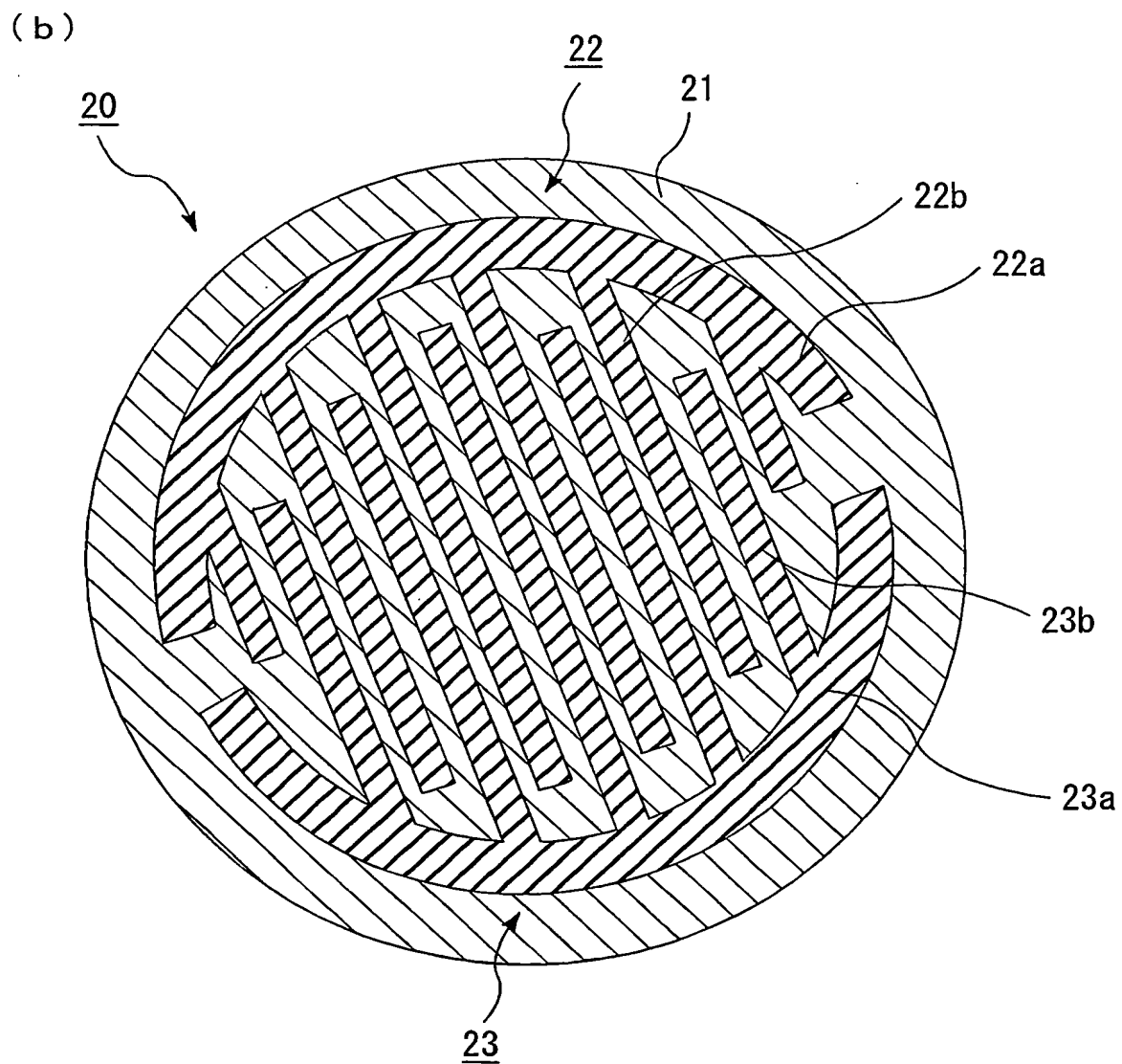
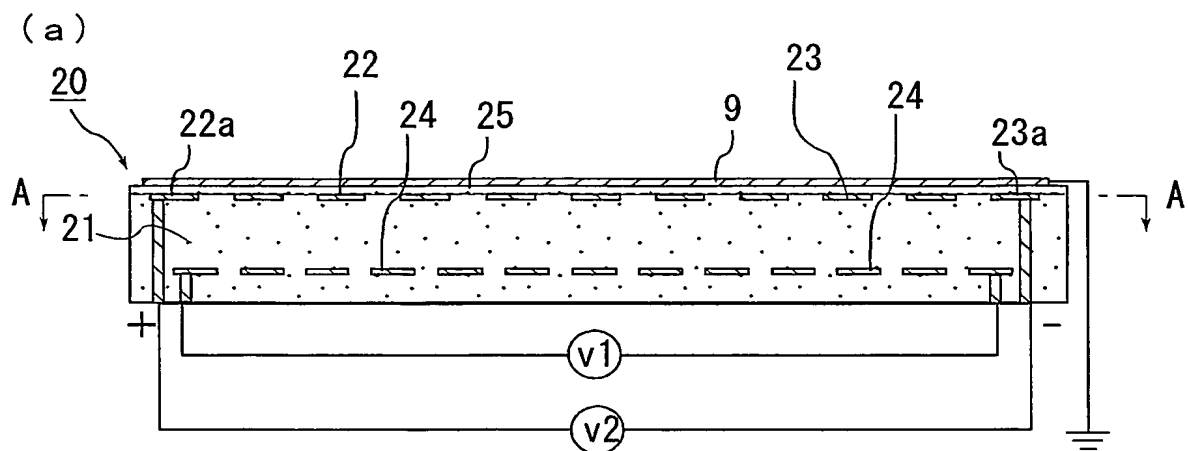




図4

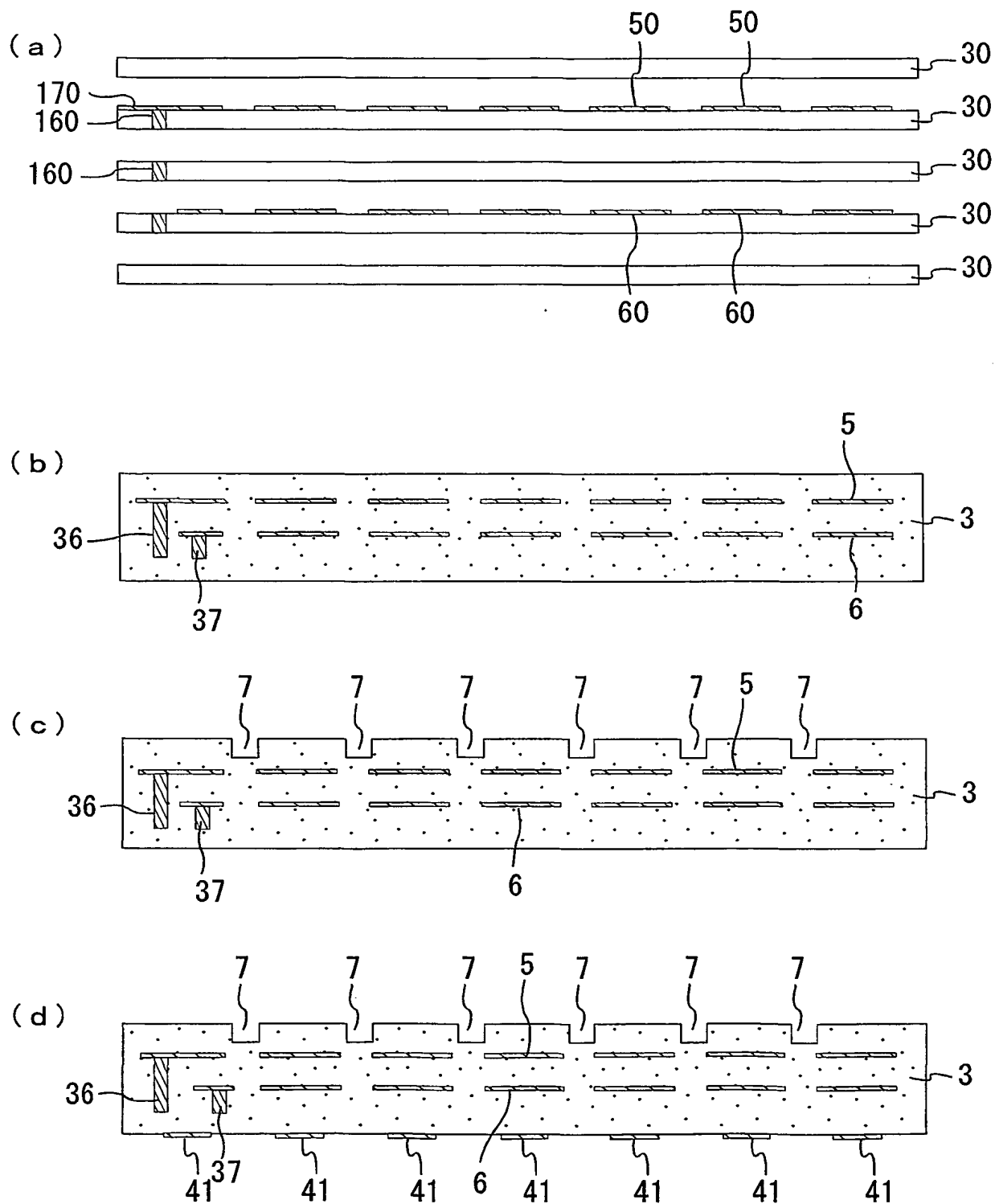
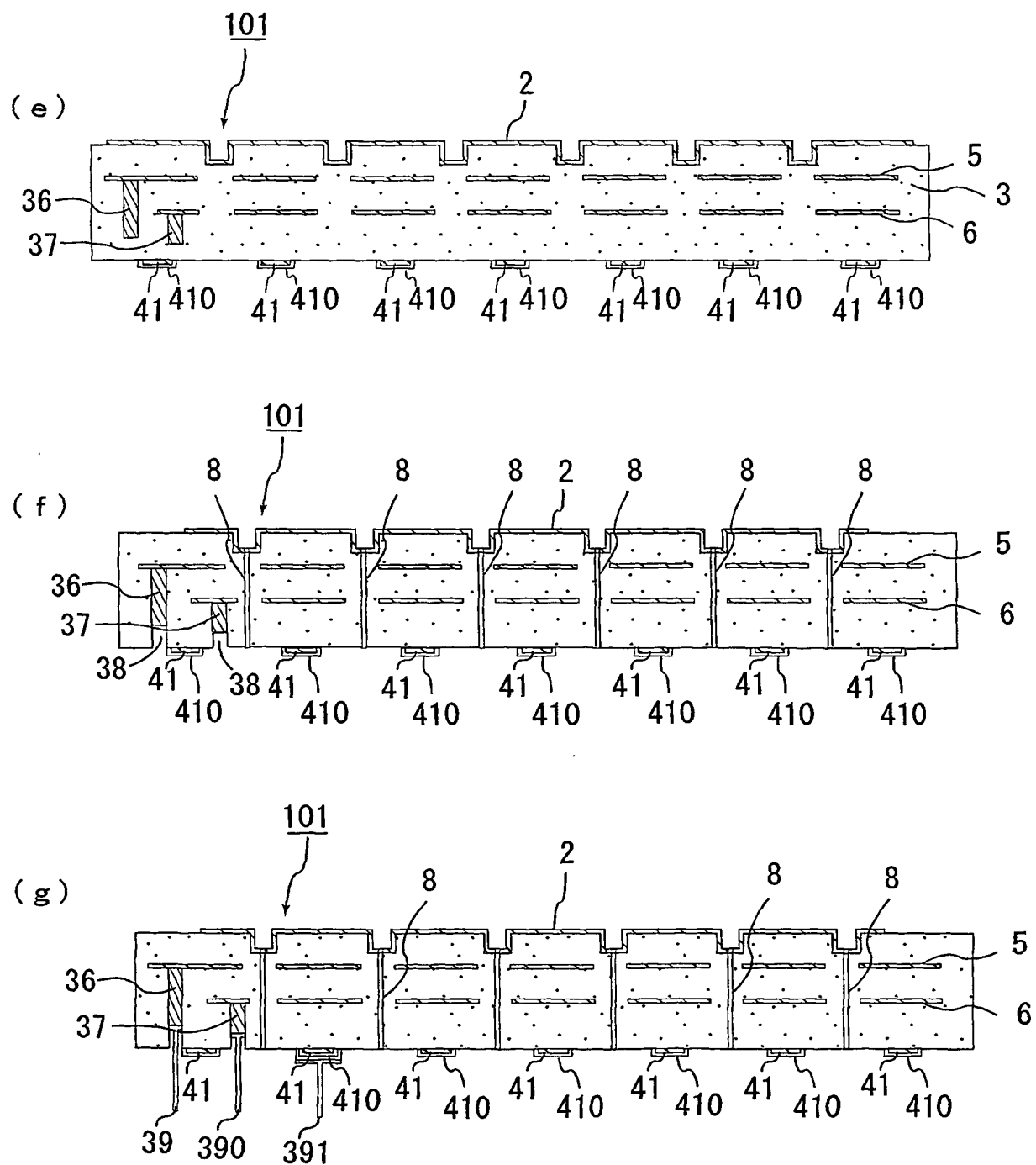




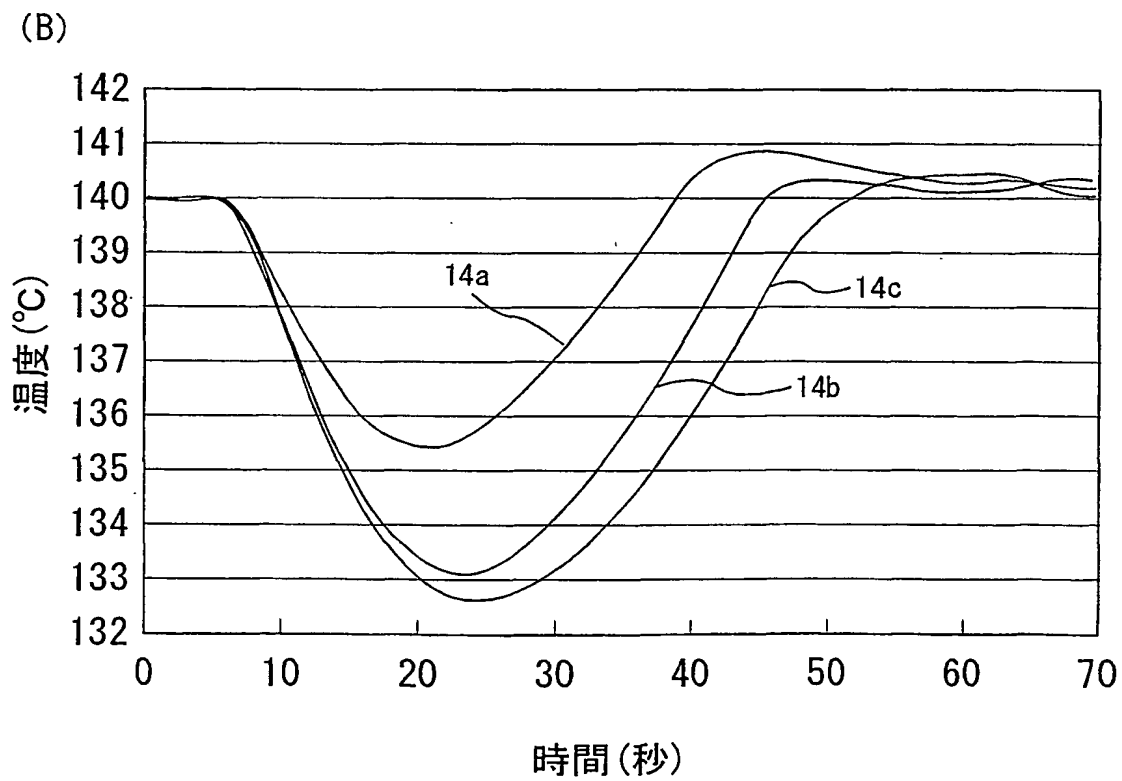
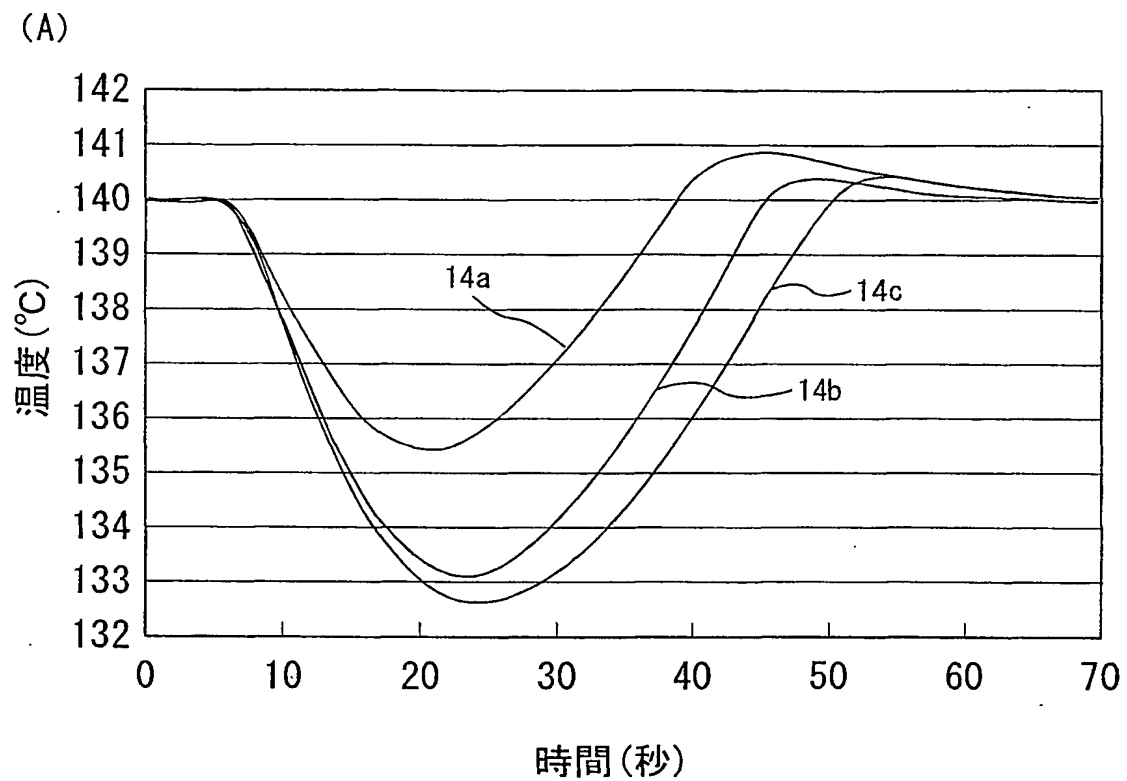
图5





6/6

図6







## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP01/06395

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl.<sup>7</sup> H01L21/68, C04B35/10, H05B3/10, H05B3/20

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl.<sup>7</sup> H01L21/68, C04B35/10, H05B3/10, H05B3/20

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1926-1996	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2001
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2001	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2001

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 6-157132 A (Toshiba Ceramics Co., Ltd.), 03 June, 1994 (03.06.94), column 1, line 14 to column 2, line 49 (Family: none)	1-7
Y	JP 58-218143 A (NGK Spark Plug Co., Ltd.), 19 December, 1983 (19.12.83), page 1, lower right column, lines 8 to 20; page 2, upper right column, line 7 to lower left column, line 5; page 4, table 1 (Family: none)	1-7
Y	JP 61-14166 A (Kyocera Corporation), 22 January, 1986 (22.01.86), page 2, lower left column, line 13 to lower right column, line 8; Fig. 1 (Family: none)	1-7
Y	JP 8-130237 A (Fuji Electric Co., Ltd.), 21 May, 1996 (21.05.96), abstract; Par. No. [0009] (Family: none)	2, 5, 7

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"E" earlier document but published on or after the international filing date	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"&" document member of the same patent family
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search  
05 November, 2001 (05.11.01)Date of mailing of the international search report  
13 November, 2001 (13.11.01)Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.



2

1

1



A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))		
Int. Cl <sup>7</sup> H01L21/68, C04B35/10, H05B3/10, H05B3/20		
B. 調査を行った分野		
調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))		
Int. Cl <sup>7</sup> H01L21/68, C04B35/10, H05B3/10, H05B3/20		
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの		
日本国実用新案公報 1926-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2001年 日本国登録実用新案公報 1994-2001年 日本国実用新案登録公報 1996-2001年		
国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)		
C. 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	JP 6-157132 A (東芝セラミックス株式会社) 3. 6月.1994 (03.06.94), 第1欄第14行-第2欄第 49行 (ファミリーなし)	1-7
Y	JP 58-218143 A (日本特殊陶業株式会社) 19.1 2月.1983 (19.12.83), 第1ページ右下欄第8-20 行, 第2ページ右上欄第7行-左下欄第5行, 第4ページ第1表 (ファミリーなし)	1-7
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。		
* 引用文献のカテゴリー 「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す) 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願日の後に公表された文献 「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの 「&」 同一パテントファミリー文献		
国際調査を完了した日	05.11.01	国際調査報告の発送日 13.11.01
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/JP) 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	特許庁審査官 (権限のある職員) 柴沼 雅樹	3S 7523
電話番号 03-3581-1101 内線 3390		

C (続き). 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	J P 61-14166 A (京セラ株式会社) 22. 1月. 1986 (22. 01. 86), 第2ページ左下欄第13行-右下欄第8行および第1図 (ファミリーなし)	1-7
Y	J P 8-130237 A (富士電機株式会社) 21. 5月. 1996 (21. 05. 96), 要約および段落 [0009] (ファミリーなし)	2, 5, 7